

ODERLI RIBEIRO

**USO DO MODELO DE CUBO NUMA ANALISE DOS ASPECTOS
ERGONÔMICOS, DE PRODUTIVIDADE E QUALIDADE NOS POSTOS DE
TRABALHO MANUAIS DE SOLDA A RESISTENCIA NUMA INDÚSTRIA DE
AUTO-PEÇAS**

**CURITIBA
2008**

ODERLI RIBEIRO

**USO DO MODELO DE CUBO NUMA ANALISE DOS ASPECTOS
ERGONÔMICOS, DE PRODUTIVIDADE E QUALIDADE NOS POSTOS DE
TRABALHO MANUAIS DE SOLDA A RESISTENCIA NUMA INDÚSTRIA DE
AUTO-PEÇAS**

Dissertação apresentada como requisito para obter o título mestre em engenharia mecânica do curso de mestrado em engenharia mecânica da UFPR, na área de concentração Manufatura.

Orientadora : Prof.^a Dr.^a Maria Lúcia Leite Ribeiro Okimoto

Co-orientador: Prof. Dr. Paulo Okimoto

**CURITIBA
2008**

Dedico este estudo

À minha esposa Margaret, pelo amor e paciência
Aos meus filhos Jonatas e Priscila pela compreensão
Aos meus pais e Irmãos pelo incentivo

AGRADECIMENTO

À professora Maria Lucia Okimoto pela orientação, competência e paciência.

Ao professor Paulo Okimoto pela orientação nas especializações de soldagem.

À minha esposa pela paciência, pelo amor e pela motivação durante todo o processo.

Aos meus filhos Jonatas e Priscila que me suportaram e entenderam a ausência necessária e, às vezes, inevitável privação.

Aos meus pais e irmãos pelo constante incentivo.

Aos colegas Alan Martins Lucksch, Daniel Pontos Reis, Lucy Mara Silva Baú e em especial a Adriano Lima da empresa da Auto Chassis.

Ao secretario Marcio B. Tenório pela sua paciência em todas as suas orientações.

Aos que contribuíram direta ou indiretamente para este trabalho.

E, a DEUS que me tem concedido capacidade para realizar mais esta dura atividade, porém gratificante realização.

A única razão pela qual trabalhamos é
porque alguém precisa do resultado do nosso trabalho

Vicente Falconi

RESUMO

Neste estudo, procura-se avaliar qual o impacto quantitativo das melhorias dos aspectos ergonômicos dos postos de trabalho nas linhas de soldagem a ponto manual sobre o resultado da produtividade e a qualidade dos produtos resultantes deste processo. O estudo foi realizado em uma empresa de autopeças, fornecedora das montadoras da região de Curitiba. Na coleta de dados utilizou-se check list que foi aplicado nos postos de soldagem a ponto manual antes dos postos sofrerem adequações dos aspectos ergonômicos e após as modificações sugeridas para estas estações de trabalho. Os dados foram analisados, procurando-se avaliar os resultados obtidos e entender a relação que possuem os fatores: ergonomia, produtividade e qualidade nas linhas de produção, utilizando-se o modelo do cubo (LARING 2004).

Palavras chaves: Ergonomia. Qualidade e produtividade. A relação entre três fatores de produção.

ABSTRACT

In that study case, seeks to rate an quantitative impact in a improvement of the ergonomic aspects at the work spots at the manual point soldering line over the productivity and quality results of the products from this process. The study case was made in an auto-parts company supplier to another company at the Curitiba's region. At the collecting data, was used check list that was applied at the manual point soldering line before the spots suffer an adequacy to the ergonomic aspects and after the modifications suggested to those spots. The data was analyzed with the objective to rate the results obtained and understand the relationship between the factors: Ergonomics, productivity and quality at the production lines using the Cube model (LARING 2004).

Key words: Ergonomics. Quality and productivity. Relation among three factors of the production.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Dados antropométrico básicos em milímetros.....	23
Quadro 2 - Análise das posturas – check list.....	27
Quadro 3 - Cotação global do posto em postura	29
Quadro 4 - Cotação de peso e esforço – check list	30
Quadro 5 - Coeficientes de ponderação para peso e esforço	31
Quadro 6 - Avaliação final do posto em esforço e postura	33
Quadro 7 - Posturas mais críticas.....	43
Quadro 8 - Avaliação inicial dos postos.....	63
Quadro 9 - Descrição dos tempos de ciclo antes das modificações.....	66
Quadro 10 - Proposta de adequação ergonômica	72
Quadro 11 - Índice de iluminação.....	76
Quadro 12 - Dados por fatores no posto de trabalho 215.....	93
Quadro 13 - Dados por fatores nos postos de trabalho 209	93
Quadro 14 - Descrição das Melhorias	99
Quadro 15 - Avaliação final em ergonomia após as modificações	101
Quadro 16 - Descrição dos tempos de ciclo após as modificações.....	102
Quadro 17 - Avaliação final posto 215 no modelo cubo	109
Quadro 18 - Avaliação final posto 209 no modelo cubo	110

LISTA DAS ILUSTRAÇÕES

Foto 1 - Montagem dos espaçador e bielete	89
Foto 2 - Soldagem de dois pontos	90
Foto 3 - Organização do posto	90
Foto 4 - Montagem da longarina.....	91
Foto 5 - Tronco inclinado acima de 75°	94
Foto 6 - Giro do tronco.....	94
Foto 7 - Braço estendido	95
Foto 8 - Inclinação de coluna.....	95
Foto 9 - Giro do tronco.....	96
Foto 10 - Cotovelo acima do coração	96
Foto 11 - Reposicionamento das peças no posto.....	97
Foto 12 - Inclinação das caixas;	97
Foto 13 - Eliminação de uma pinça	98
Foto 14 - Reposicionamento da mascara	98
Foto 15 - Operação 217.....	132
Foto 16 - Operação 217.....	132
Foto 17 - Operação 215.....	132
Foto 18 - Operação 221.....	132
Foto 19 - Operação 213-2	132
Foto 20 - Operação 214-1	132
Foto 21 - Operação 214-2	133
Foto 22 - Operação 216.....	133
Foto 23 - Operação 213-1	133
Foto 24 - Operação 209.....	133
Foto 25 - Operação 214-2	133
Foto 26 - Operação 217.....	134
Foto 27 - Operação - 215	134

LISTA DOS GRAFICOS

Gráfico 1 - Defeitos de peças internas antes das modificações	69
Gráfico 2 - Defeitos peças no cliente antes das modificações.....	71
Gráfico 3 - Defeitos de peças internas após as modificações	103
Gráfico 4 - Defeitos de peças no cliente depois das modificações	104
Gráfico 5 - Idade	106
Gráfico 6 - Nível de escolaridade.....	106
Gráfico 7 - Análise do Peso	106
Gráfico 8 - Regiões com dores mais freqüentes.....	107
Gráfico 9 - Relacionamento interpessoal - comunicação.....	107

LISTA DAS FIGURAS

Figura 1 - Modelo cubo	83
Figura 2 - Método do Cálculo	86

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
1.1 O sentido do problema.....	18
1.2 Formulação do Problema.....	19
1.3 Enunciado da(s) Hipóteses.....	19
1.4 Objetivo Geral do Trabalho.....	20
1.5 Método de Estudo.....	21
1.5.1 Aplicação da Pesquisa.....	21
1.5.2 Descrição do método de análise dos aspectos ergonômicos.....	22
1.5.2.1 A relação da antropometria no método.....	23
1.5.2.2 Definição das posturas no método.....	24
1.5.2.3 Procedimento de avaliação posturas e esforço.....	25
1.5.2.4 Os principais pontos observados pelo método.....	26
1.5.3 Definição da avaliação final do posto.....	33
1.6 Justificativa da Pesquisa.....	35
1.7 Limitações do Trabalho.....	36
1.7.1 Área geográfica de atuação.....	36
1.7.2 Descrição da população.....	37
1.8 Estrutura do trabalho.....	37
2 EMBASAMENTO TEÓRICO – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	39
2.1 Conceituação Teórica.....	41
2.2 Ergonomia.....	42
2.2.1 Fatores biomecânicos.....	42
2.2.1.1 Força.....	42
2.2.1.2 Posturas incorretas.....	43
2.2.1.3 Repetitividade.....	44
2.2.1.4 Compressão mecânica.....	44
2.2.1.5 Vibrações e Frio.....	44
2.2.2 Conceitos de áreas de alcance.....	45
2.2.3 Antropometria.....	45
2.2.3.1 Antropometria estática, dinâmica e funcional.....	46

2.2.4 Outros aspectos na análise ergonômica	47
2.3 Produtividade	48
2.3.1 A produtividade no Brasil.....	49
2.3.2 Evolução do conceito de produtividade.	50
2.4 Qualidade.....	51
2.4.1 Evolução da qualidade	51
2.5 Modelo do Cubo.....	55
2.6 Soldagem por resistência - Princípio de operação.....	57
3.0 COLETA DE DADOS – REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	58
3.1 Descrições dos postos	59
3.1.1 Análise descritiva das ações a serem efetuadas.....	60
3.1.2 Check list - levantamento dos aspectos ergonômicos.....	60
3.1.3 Dados dos aspectos ergonômicos antes das modificações ...	61
3.2 Dados da produtividade antes das modificações	64
3.2.1 Cálculo da produtividade da empresa	64
3.2.2 Dados de produtividade antes das modificações	64
3.3 Levantamento da qualidade antes das modificações.....	67
3.3.1 Cálculo da qualidade utilizado pela em empresa	67
3.3.2. Descrição do teste de avaliação do nível de qualidade.....	67
3.3.3 Dados de qualidade antes das modificações.	69
3.4 Descrição das propostas de modificação.....	71
3.5 Variáveis controláveis e como foram controladas	73
3.5.1 Regulação	73
3.5.2 Complexidade.....	74
3.5.3 Análises do Ambiente de trabalho	74
3.5.4 Analise do nível de iluminamento	75
3.5.5 Nível de ruído	76
3.6 Instrumento de pesquisa aplicado.....	77
3.6.1 Aplicação da pesquisa antes das modificações	77
3.7 Modificação dos Postos de trabalho	79
3.8 Aplicação do Modelo Cubo	80
3.8.1 Ergonomia	84
3.8.2 Produtividade.....	85
3.8.3 Qualidade	85

3.8.4	Forma de calculo do Modelo Cubo.....	85
3.8.5	Variáveis adicionais.....	87
3.8.6	Definição dos parâmetros de cálculos do modelo cubo	88
3.8.7	Tarefa prescrita posto 215.....	89
3.8.7.1	Dados de produtividade posto 215	90
3.8.7.2	Dados atuais de qualidade posto 215	91
3.8.8	Tarefa prescrita posto 209.....	91
3.8.8.1	Dados de produtividade posto 209	92
3.8.8.2	Dados atuais de qualidade posto 209	92
3.8.9	Observações e Analise dos Postos Antes das Alterações	92
3.8.10	Aplicação do modo de cálculo	92
3.8.11	Dificuldades e problemas encontrados nos postos	94
3.8.12	Modificações dos postos de trabalho	96
4.0	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	100
4.1	Resultados dos aspectos ergonômicos após as modificações. ...	100
4.2	Resultados encontrados em produtividades após modificações.	101
4.3	Resultados encontrados em qualidade após modificações	103
4.4	Resultado da pesquisa após as modificações	105
4.4.1	Comparação dos resultados da pesquisa	105
4.5	Resultado Modelo do Cubo.....	109
4.5.1	Resultados encontrados no Modelo Cubo.....	109
4.5.2	Discussão dos resultados do Modelo Cubo.	111
4.5.3	Conclusão da aplicação do Modelo Cubo	112
4.5.4	Observação dos resultados	113
	CONCLUSÃO	114
	REFERÊNCIAS	117
	APÊNDICES	125
	APÊNDICE 1	125
	fotos.....	132
	Fotos antes das modificações	132
	Fotos após as modificações	133

1 INTRODUÇÃO

As doenças associadas ao trabalho são um mal que acometem expressivo percentual de trabalhadores em todos os países e consomem algo em torno de 4% do PIB gerado pelo esforço mundial. Os distúrbios musculoesqueléticos (MSDs) são os que mais contribuem nestes astronômicos, mas reversíveis gastos (OMS, 1999). Os riscos dos distúrbios musculoesqueléticos (MSDs) estão associados aos fatores de risco psicossociais e físicos do local de trabalho (BERNARD, 1997; KERR et al, 2001; BUCKLER) os quais também estão relacionados aos déficits de qualidade nos produtos (EKLUND, 2000); AXELSSON, 2000; DRURY, 2000; LIN et al, 2001).

Fazer o uso dos potenciais benefícios da boa ergonomia nos sistemas de produção poderá depender da competência dos projetistas dos sistemas que freqüentemente são mal informados sobre as conseqüências ergonômicas, quando tomam decisões nos projetos (PERROW, 1983; NEUMANN, 2004).

Na concepção ou criação de novos produtos ou na alteração ou criação dos locais de trabalho, as áreas de engenharia, apesar da característica comum de trabalharem para a mesma finalidade, provêem informações para desenvolvimento ou modificação de produto ou dos processos de fabricação (postos de trabalho). As ferramentas utilizadas para o planejamento realizam tarefas de diferentes maneiras, conforme Braga et al (2001). Estas ferramentas tendem a extrair o máximo da produtividade (performance da manufatura) e da qualidade dos produtos produzidos, sem relativa preocupação com os aspectos ergonômicos.

Nas literaturas pesquisadas demonstram que as três coisas possuem relações muito próximas, podendo-se tirar o máximo das três sem prejudicar o aspecto lucrativo da organização.

No Japão, algumas empresas têm tido sucesso no desenvolvimento correto do gerenciamento para o crescimento do desempenho da manufatura (produtividade) conforme descrito por Cusumano (1988).

De uma forma geral, o sucesso de uma empresa em seu mercado, onde pode demonstrar o seu grau de competitividade, depende da sua capacidade de oferecer produtos possíveis de serem vendidos, de maneira a lhe garantir os lucros

mais elevados possíveis, garantindo a satisfação do cliente, como cita Rosenthal et al (apud Santos 1997 p.9).

Rosenthal (apud Santos et al, 1997, p. 8) afirma que “esta capacidade, por sua vez, é determinada pela capacidade de introduzir inovações que melhorem a aceitação do produto e/ou reduzam seus custos de produção”.

As decisões na concepção, uso de novas tecnologias nos diversos tipos de linhas de produção, produtos ou postos de trabalho, feitas no início do processo de desenvolvimento de um projeto, afetam a ergonomia (saúde) e a produtividade (performance da manufatura) no seu sistema final como afirma MARSOT (2004).

Os elementos escolhidos inicialmente na fase de projeto nos sistemas de produção têm conseqüências para a produtividade e para ergonomia no sistema resultante, como também descreve Neumann et al (2006).

Para Rodrigues (1987), na sociedade industrial, o aumento tecnológico apresenta pelo menos três metas básicas, quais sejam: a redução dos esforços físicos (ergonomia), o aumento da produtividade (performance da manufatura) e a melhoria da qualidade dos produtos.

Em qualquer das metas citadas, torna-se evidente não só a forte vinculação entre tecnologia e trabalho, aparecendo na primeira, como determinante, o modo de execução e de organização do trabalho, mas também com o objetivo de melhorar a eficácia produtiva.

No contexto da sociedade industrial, dentro de seus sistemas de produção, a intervenção ergonômica (saúde) quando da concepção desses sistemas responde em geral a duas exigências:

- a) da melhoria das condições de trabalho (critérios de saúde);
- b) da melhoria da eficácia econômica do sistema produtivo (critério de produtividade).

Fernberg, na década de 1970 e 1980, (apud Marilyn, 1994, p. 9), conduziu estudos focados nos postos de trabalho, indicando a direta relação entre a performance do trabalho (produtividade) e as condições dos postos de trabalho (ergonomia) relatando que a maximização da produtividade operacional é o conforto operacional.

Analisando os processos produtivos na sociedade industrial, verifica-se a preocupação geral da administração; ora com os problemas de produtividade (performance da manufatura); ora com os problemas de qualidade dos produtos (nível de aceitação do produto); em outros momentos, com as questões de DORT/LER (problemas ergonômicos) dos funcionários; e, em nenhum momento, trata-se os três itens dentro do mesmo contexto.

A pesquisa dos fundamentos teóricos procurou temas relacionados à correlação entre produtividade, qualidade e ergonomia, todavia se observam poucos estudos voltados à análise desta inter-relação direta entre produtividade, qualidade e ergonomia, principalmente voltada a postos manuais de solda resistência (solda ponto). Neste sentido, a fim de responder a estes questionamentos acima exposto, propomos um estudo de análise da correlação entre produtividade e qualidade onde devam ter ligações diretas com as melhorias ergonômicas realizadas nos postos manuais de solda a resistência (solda a ponto).

A fim de se avaliar esta relação, propõe-se um estudo de caso que compreenda a inter-relação dos critérios: saúde (ergonomia), produtividade (performance manufatura) associados com os de qualidade (nível de qualidade dos produtos) nos processos manuais de solda a resistência e seus impactos. A gestão da convergência ou da divergência destes objetivos é um problema constantemente colocado à ergonomia, que deve analisá-lo nos diferentes aspectos, conforme pontua Santos et al (1997).

O propósito principal deste estudo é observar e descrever os postos manuais de solda à resistência de uma empresa de autopeças, em seu processo de montagem e soldagem do berço do motor de veículos de passeio, conhecendo as condições nas quais trabalham os funcionários atualmente, bem como modificando as condições adversas nos postos de trabalho de solda a ponto manual encontrada através das análises ergonômicas realizadas nos postos e procurar avaliar qual o impacto quantitativo das melhorias ergonômicas nos resultados de produtividade e/ou qualidade nos postos manuais de solda a resistência através da utilização da ferramenta de análise chamada check list, extraído da indústria automotiva, método este que utiliza e demonstra a forma de aplicação, descrevendo de forma detalhada como utilizá-lo, seus principais pontos de observação e suas ponderações para a extração dos resultados parciais e finais.

Todos os dados foram extraídos dos indicadores e do processo da própria empresa. Para se conhecer o maior número de informações do contexto das pessoas aplicou-se uma pesquisa exploratória em 100% dos colaboradores da área em análise para conhecer tanto os aspectos de comportamento quanto as características técnicas dos postos e sua organização.

Utiliza-se também uma ferramenta apresentada por Laring J (2004) o modelo cubo, onde ele avalia a inter-relação entre força, postura e tempo de exposição. Ferramenta esta adaptada e aplicada em dois postos de trabalho especificamente, onde se procura avaliar e analisar a inter-relação entre os três fatores, ergonomia, qualidade e produtividade.

1.1 O sentido do problema

O propósito principal deste estudo é aplicar uma metodologia de estudo empregada para conhecer as condições nas quais trabalham os funcionários, a partir da descrição dos problemas dos aspectos ergonômicos a que estão submetidos os trabalhadores que utilizam as pinças de soldagem manual em seus postos de trabalho no dia-a-dia. Deste modo, são destacados os problemas a serem solucionados, sendo apontado o que deve ou que pode ser modificado dentro das condições adversas encontradas nas análises dos referidos postos.

O método de análise dos aspectos ergonômicos – que está amplamente descrito no item 1.4.2 deste estudo – por sua facilidade de aplicação, auxilia na prática das análises dos postos e demonstra, de forma detalhada, como utilizar as ferramentas com seus principais pontos de observação, suas ponderações para a extração dos resultados parciais e finais. Este estudo como foco principal as posturas e esforços aos quais está submetido o trabalhador e a influências na produtividade e na qualidade. Caracteriza a amostra um questionário aplicado a 100% dos funcionários com intuito de conhecer suas opiniões e percepções relativas à atividade exercida e ao ambiente de trabalho.

A justificativa deste estudo está em sustentar os pressupostos, na sua aplicação e viabilidade tanto para a análise dos aspectos ergonômicos como para a análise da produtividade e da qualidade, objetos deste trabalho.

Cada elemento da estrutura do trabalho é descrita de forma resumida, a fim de favorecer a compreensão de todas as partes, bem como a seqüência completa do estudo. A área geográfica de execução é delimitada, tornando possível a definição da população em questão e sua forma de trabalho.

1.2 Formulação do Problema

Procura-se avaliar qual o impacto quantitativo das melhorias dos aspectos ergonômicos realizadas nos postos manuais de solda resistência (solda a ponto), nos resultados de produtividade dos postos de trabalho e/ou qualidade dos produtos em linhas com processo manual de solda resistência (solda a ponto) em uma empresa de autopeças entre novembro de 2006 e março de 2007.

1.3 Enunciado da(s) Hipóteses

Em nossa vida diária, procuramos utilizar hipóteses para suprir lacunas do conhecimento, ou seja, suposições objetivas que nos levam a buscar respostas concretas. As hipóteses são suposições cuja validade deverá ser verificada sendo questionado, portanto, qual a relação existente, direta ou não, entre a ergonomia, produtividade e qualidade.

H0 - Existe relação direta entre a melhoria ergonômica dos postos manuais de solda resistência com a produtividade e/ou a qualidade do produto.

H1 - Melhorando-se os aspectos físicos de força e postura do trabalhador (saúde) dos postos manuais de solda resistência, a produtividade (performance da manufatura) e a qualidade (produtos) aumentam.

H2 - Melhorando-se os aspectos ergonômicos (saúde) dos postos manuais de solda resistência, a produtividade (performance da manufatura) aumenta e a qualidade (produtos) permanece a mesma.

1.4 Objetivo Geral do Trabalho

Objetivo geral:

No presente trabalho, objetiva-se responder as questões levadas à ergonomia sobre a influência positiva ou negativa da produtividade nos processos e/ou qualidade dos produtos quando da realização de melhorias dos aspectos ergonômicos nas estações de trabalho de solda resistência a ponto manual.

Objetivo específico da pesquisa

Objetivos específicos:

- a) Avaliar uma forma específica de análise dos aspectos ergonômicos direcionados as estações de trabalho (posto de trabalho) de solda a ponto (por resistência) manual;
- b) Contribuir com informações e dados na análise das posturas e forças durante a fase de projeto dos postos de trabalho em solda ponto manual;
- c) Utilizar e testar o método do cubo para avaliação da inter-relação entre os fatores ergonomia, produtividade e qualidade.

1.5 Método de Estudo

Por se tratar de uma pesquisa exploratória, o método utilizado para a realização deste trabalho foi o estudo de caso, pois, conforme Fleury (1993), Yin (1994) e Gil (1994), todos citados por Rinaldi (2001), grande parte das pesquisas realizadas hoje no Brasil são baseadas em estudo de caso, pelo fato do mesmo ter uma característica importante, que consiste em focar a realidade das organizações analisadas. A fim de atender os objetivos propostos do trabalho, foi utilizada a ferramenta de avaliação “check list” para a verificação dos esforços e posturas, e realizada análise prática por filmagem e fotos dos postos de trabalho da área de soldagem do berço de motor dos veículos Clio e Cangoo.

O berço do motor é uma peça dos veículos Renault que se localiza na parte debaixo do motor e na frente do veículo, tendo como função realizar a ligação entre a carroceria, estrutura metálica do veículo, e as barras laterais, provendo estrutura e segurança.

A medição dos pesos das peças processadas, assim como das alturas dos meios de produção e postos de trabalho também foram utilizadas.

Para avaliação da produtividade, foram utilizadas as análises de tempo e cálculos dos níveis de produtividade na empresa analisada. Para análise de qualidade de nível dos pontos de solda, o método avaliativo por arrancamento foi utilizado para os pontos de solda por resistência.

Neste estudo, aplicou-se o “Modelo do Cubo” (LARING 2004 e VEDDER e all 1998) criando uma nova forma avaliativa entre as variáveis ergonomia, produtividade e qualidade.

1.5.1 APLICAÇÃO DA PESQUISA

O questionário foi aplicado em 100% dos colaboradores do setor, onde questões sobre dados objetivos e subjetivos foram abordadas para coleta da percepção dos funcionários sobre a atividade e ambiente de trabalho.

Responderam ao questionário 15 colaboradores do setor de solda resistência da produção de berços dos motores que trabalham com solda ponto manuais, e as informações foram tabuladas numa amostra de 100% da população do setor.

1.5.2 DESCRIÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE DOS ASPECTOS ERGONÔMICOS.

A ferramenta check list de análise ergonômica utilizada foi extraída e adaptada de um modelo da indústria automotiva, tendo como objetivo ajudar os profissionais na concepção dos postos de trabalho para estabelecer critérios de avaliação e princípios gerais na gestão ergonômica em postos de solda a ponto manual.

Esta ferramenta utiliza somente conceitos e sistemas que se adaptam às avaliações de posto de trabalho em pé, dinâmico e que utilizam esforços e posturas, extraídos do método das empresas automotivas, elaborado a partir dos seguintes princípios:

- a) Dos padrões ergonômicos com base nas ferramentas de análises já existentes: NIOSH (The National Institute for Occupational Safety and Health), OWAS (Ovako Working-Posture Analysis system), etc.
- b) Das normas internacionais européia;
- c) Do guia ergonômico da Nissan Corporation;
- d) Métodos e análises Ergonômicas do grupo Renault.

Ela foi construída por profissionais especialistas em avaliação ergonômica do Grupo e está em acordo com as condições de trabalho e de seu sistema de produção, estando hoje na versão 3, com sua última atualização datada de 2004, elaborado pelo serviço 00814 da Renault(Renault versão3, 2001).

1.5.2.1 A RELAÇÃO DA ANTROPOMETRIA NO MÉTODO

A concepção de um posto de trabalho, adaptado às atividades e às características dos operadores, é uma gestão complexa que necessita da busca do melhor compromisso entre as capacidades dos operadores, que são suas dificuldades técnicas e os custos de investimento, ou seja, custos de implantação. É na relação entre essas premissas, que estas ferramentas se baseiam para realizar as avaliações ergonômicas dos postos de trabalho. Tais ferramentas levam em consideração os dados antropométricos básicos listados no quadro 1, enquanto as medidas correspondem a uma situação de trabalho com sapatos equivalente a 30 mm.

Os valores antropométricos básicos estão descritos em três categorias de operadores como segue: **Grande, Médio e Pequeno**, sendo que os valores menores se referem ao grupo da população com estaturas inferiores à média, ou seja, tomam-se como exemplos os asiáticos e corresponde respectivamente a 95%, 50% e 5% percentil.

	Pequeno		Médio		Grande	
	H	M	H	M	H	M
Altura	1660	1540	1780	1655	1905	1760
	1620	1510	1720	1595	1815	1685
Olhos	1550	1430	1665	1545	1785	1645
	1510	1400	1605	1480	1695	1570
Ombros	1365	1255	1470	1360	1585	1470
	1325	1225	1410	1300	1500	1385
Cotovelo	1030	945	1115	1040	1215	1115
	1010	935	1080	995	1160	1070

Quadro 1 - Dados antropométrico básicos em milímetros

A metodologia orienta que algumas regras devem sempre ser respeitada, tais como:

- a) as dimensões dos acessos devem levar em consideração os operadores da categoria Grandes;
- b) para as dimensões dos alcances, deve-se levar em consideração os operadores da categoria Pequeno;

- c) introduzir, sempre que possível, a possibilidade de fazer adaptações;
- d) realizar ajustes em 10mm para locais com possibilidade de uso esporádico de boné ou capacete.

1.5.2.2 DEFINIÇÃO DAS POSTURAS NO MÉTODO

Em função do método check liste ser um método empregado para todas as atividades realizadas em um processo fabricação de um automóvel, escolheram-se partes do método que possuem posturas de base para as atividades realizadas nos postos de solda manual.

Podem ser em pé em postos fixos ou não e podem ter cargas pesadas ou leves.

Vantagens:

- a) Melhor uso das forças dos membros superiores e inferiores;
- b) Grande capacidade de movimento dos membros superiores;
- c) Aumento da zona de trabalho;
- d) Possibilidade de utilização de pedais para operações de pouca precisão
- e) Possibilidades de pequenos deslocamentos;
- f) Melhor visibilidade do posto de trabalho.

Desvantagens:

- a) Fadiga geral elevada;
- b) Em pé com apoio posto fixo;
- c) Carga pesada ou leve.

1.5.2.3 PROCEDIMENTO DE AVALIAÇÃO POSTURAS E ESFORÇO

O método de análise dos aspectos ergonômica (Renault, 2001) é baseado numa descrição mínima da atividade que, para certos fatores das situações de trabalho, é feita sob a forma de **check-list**. Este método é fruto do trabalho em conjunto de diversos elementos da empresa que analisam as condições de trabalho e concebem os postos de trabalho, tais como: especialistas em ergonomia, médicos do trabalho, engenharia de métodos, fabricação e segurança do trabalho. O método de análise dos aspectos ergonômicos foi concebido, a fim de auxiliar na busca da adaptação global dos postos de trabalho, para uma população da qual se conhecem as principais características. A necessidade deste enfoque se manifesta em função do grande número de postos de trabalho envolvidos no projeto de um veículo ou de um componente mecânico, incluindo também a polivalência e a mobilidade do pessoal. A aplicação deste método exige um treinamento prévio, para que sejam compreendidos os seus desafios, como também para que os diferentes fatores de análise sejam corretamente interpretados. Este método está especificamente adaptado às atividades que envolvem um produto ou um dispositivo técnico, as quais apresentam atividades cíclicas e repetitivas e com tempos de ciclos inferiores a 100 centésimos de minuto. Conseqüentemente, **estão excluídas as atividades relativas ao comando de instalações complexas, altamente automatizadas, ou ainda, as transferências de componentes usinados.**

Tal método – cujo interesse consiste em fazer convergir os pontos de vista relativos ao trabalho dos setores de métodos, de condições do trabalho e de medicina do trabalho – possibilita a transformação ou a concepção de um posto de trabalho, determinando com precisão o papel dos operadores e suas atividades atuais e futuras. Assim sendo, estes três setores devem estar implicados tanto no estudo da situação existente, como nos projetos industriais. Porém, este método não constitui uma resposta única. A análise de certas restrições em termos de postura ou esforço, pode por exemplo, exigir a utilização de uma filmagem em vídeo ou de medições específicas. Enfim, as características físico-químicas dos postos de trabalho e de seu meio estão apenas esboçadas, pois a sua abordagem mais profunda exige procedimentos específicos como: mapeamento do barulho, análises atmosféricas, etc.

1.5.2.4 OS PRINCIPAIS PONTOS OBSERVADOS PELO MÉTODO.

O método de análise dos aspectos ergonômicos utilizados, assim como os principais pontos observados e levados em consideração foram **postura, esforço, complexidade e regulação**, onde foram posicionados em várias tabelas, facilitando a avaliação através do check list.

Postura: Para postura, a tabela tem suas divisões em tronco, cabeça, membros superiores e mobilidades dos membros inferiores, onde são graduados em classes. São posicionados em vários níveis conforme sua complexidade ou criticidade. Esses níveis são classificados entre 1 e 5, sendo 5 o nível mais crítico, junto com suas considerações para postura e para todos os outros pontos observados pelo check list, ficha de análise ergonômica.

A **postura do tronco** é avaliada em posições de flexão, inclinação e rotação, onde são graduados em níveis de criticidade. À medida que há uma complexidade maior em cada uma das posições, determina-se o critério de avaliação para cada postura.

Para a **postura dos membros superiores**, são divididos em braço/mão e dedos/mãos/punho onde são classificados nos mesmos níveis de criticidade, sendo que para cada postura crítica destes membros, define-se o nível de avaliação desta parte do corpo.




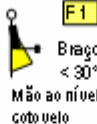
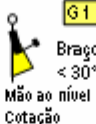
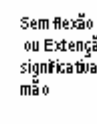
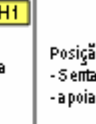

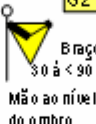
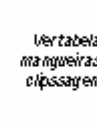
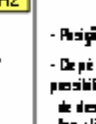

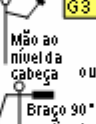
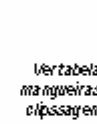
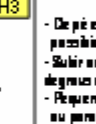
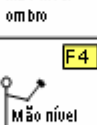
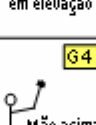
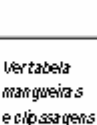

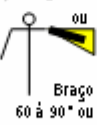
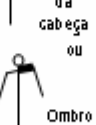
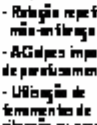
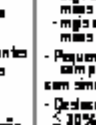
Para **postura de mobilidades dos membros inferiores**, é consideradas uma graduação dos níveis com suas criticidades, conforme as posições: sentados ou em pé, estático ou em movimentos, descritas dentro da tabela, com as posições mais ou menos críticas.

As posturas da cabeça compreendem posições consideradas críticas na tabela em nível 4 quando das posições de olhar para cima a um ângulo de 40 a 60° com duração maior que 5 segundos ou rotação maior que 45° e nível 5 quando a cabeça com forte extensão para trás maior que 60°.

A avaliação da postura nos postos

O nível de cotação é definido a partir da avaliação realizada na observação das posturas do tronco, membros superiores ou mobilidade dos membros inferiores, sendo realizada pelo operador no posto de trabalho durante a atividade e comparada com as definições das posturas descritas no quadro 2 abaixo. A partir da

postura identificada na tabela em que está sendo realizada pelo operador, corre-se na horizontal da tabela para o lado direito da mesma até encontrar-se a coluna de classificação do nível.

POSTURA											
TRONCO				CABEÇA	MEMBRO SUPERIOR			MOBILIDADE DE MEMBROS INFERIORES	NÍVEL		
FLEXÃO		INCLINAÇÃO	ROTAÇÃO		BRAÇO/MÃO		DEDOS-MÃOS PUNHOS				
sem apoio ou com duração de esforço	com apoio ou com duração de esforço										
 B1 0 a 10° sem apoio dorsal				 C1 sem inclinação				 D1 sem rotação			
 F1 Braço < 30° Mão ao nível do cotovelo				 G1 Braço < 30° Mão ao nível do cotovelo				 H1 Sem flexão ou Extensão significativa da mão			
 k1 Posição dinâmica: - Sentado de pé, ou - apoiado								1			
 F2 Braço < 30° Mão nível do coração				 G2 Braço 30 a 90° Mão ao nível do ombro				 H2 Verticalmente mangueiras e clipssagens			
 k2 - Posição estática - De pé sem possibilidade de deslocamento (ex.: linha embreada)								2			
 F3 Braço 30 a 90° Mão nível do ombro				 G3 Mão ao nível da cabeça ou Braço 90° Braço estendido em elevação				 H3 Verticalmente mangueiras e clipssagens			
 k3 - De pé estático sem possibilidade de deslocamento - Subir ou descer 1 ou 2 degraus sem as mãos livres - Pequenas passadas para frente ou para trás com posturas de nível 3 e com simultaneidade entre as pernas								3			
 F4 Mão nível da cabeça ou Braço 60 a 90° ou Braço estendido em elevação				 G4 Mão acima da cabeça ou Ombro levantado				 H4 Verticalmente mangueiras e clipssagens			
 k4 - Deslocamentos / min entre 14 e 20 m - Escalar de um obstáculo entre 300 e 500 mm - Subir ou descer: - de 1 ou 2 degraus sem as mãos ocupadas, - mais de 2 degraus sem as mãos livres, - Pequenas passadas para a frente sem posturas de nível 4 ou com simultaneidade entre as pernas - Deslocamentos de cargas < 30% do top - Agachar ou ajoelhar com duração < 5 seg								4			
 F5 Mão acima da cabeça ou Ombro levantado				 G5 Mão acima da cabeça ou Ombro levantado				 H5 Verticalmente mangueiras e clipssagens			
 k5 - Deslocamentos / min = 20 m - Escalar de um obstáculo = 500mm - Subir ou descer: - 3 degraus ou mais sem as mãos ocupadas, - Andar com carga que encobre o olhar - Pequenas passadas de cargas = 30% do top - Agachar ou ajoelhar com duração > 5 seg								5			

(1) Exemplos de apoios com funções:
- entre o calcanhar e o umbigo;
- apoio sobre uma mão;
- possibilidade de deslocar os pés.
(2) Ao mudar de posição no limite, deve-se manter 1 nível como exemplo seguinte:
- 30° acima de 30° e 30° acima de 30°, dar uma rotação nível 4.
(3) Cotação:
- 3 se a extensão se associa a postura de nível 5 e 5 kg;
- 4 se a extensão se associa a postura de nível 5 e 5 kg.

"H" : A JUSTES E CLIPSSAGENS

Esforço exercido pelos dedos em função da superfície de contato		Flexão - Extensão da Mão		
Bom	Ruim	< 30°	30 a 60°	> 60°
≤ 3 Kg	≤ 2 Kg	H2	H3	H4
> 3 a 6 Kg	> 2 a 4 Kg	H3	H4	H5
> 6 a 10 Kg	> 4 a 6 Kg	H4	H5	H5
> 10 Kg	> 6 Kg	H5	H5	H5

COTAÇÃO GLOBAL DO POSTO

Nível Máximo Observado	≤ 10 fh ou Duração ≤ 5% tcy	11 a 100 fh ou Duração entre 6 e 30% tcy	> 100 fh ou Duração > 30% do tcy
1	1	1	1
2	1	1	2
3	1	2	3
4	2	3	4
5	3 ⁴	4	5

Quadro 2 - Análise das posturas – check list

Identifica-se o nível em que está classificada aquela determinada postura.

Define-se 1 para posturas menos penalizantes e 5 para as posturas mais graves. A partir da obtenção de um destes resultados 1, 2, 3, 4 ou 5, leva-se o resultado para o quadro 3 de análise, em anexo, para definição da postura global do posto. O quadro 3 é constituída de quatro colunas na vertical.

A primeira coluna no lado esquerdo da tabela define o nível da observação, valor esse retirado do quadro 2, sendo que o menor valor localiza-se na parte superior do quadro 3, de forma crescente no valor, até o número 5, que se posiciona na parte inferior da tabela. As três próximas colunas também na vertical, posicionadas da esquerda para a direita, possuem:

Na segunda coluna como cabeçalho (< ou = a 10 flexões por hora ou duração da posição < ou = a 5% do tempo de ciclo).

Para os níveis 1, 2 e 3 da primeira coluna, a definição da cotação em postura na coluna horizontal é 1. Para os níveis 4 da primeira coluna, a definição da cotação em postura na coluna horizontal é 2. Para o nível 5 da primeira coluna, a definição da cotação em postura na coluna horizontal pode ser 3 ou 4, dependendo das seguintes considerações: 3 se o esforço associado a postura for < ou = a 6 Kg. E será 4 se o esforço associado a postura for > que 6Kg. Na terceira coluna vertical, o cabeçalho descreve (11 a 100 flexões por hora ou duração da posição 5 a 30% do tempo de ciclo). Para os níveis 1e 2 da primeira coluna, a definição da cotação em postura na coluna horizontal é 1.

Para o nível 3 da primeira coluna, a definição da cotação em postura na coluna horizontal é 2. Para o nível 4 da primeira coluna, a definição da cotação em postura na coluna horizontal é 3. Para o nível 5 da primeira coluna, a definição da cotação em postura na coluna horizontal é 4. Na quarta coluna vertical, o cabeçalho descreve (> 100 flexões por hora ou duração da posição > 30% do tempo de ciclo). Para o nível 1 da primeira coluna, a definição da cotação em postura na coluna horizontal é 1. Para o nível 2 da primeira coluna, a definição da cotação em postura na coluna horizontal é 2. Para o nível 3 da primeira coluna, a definição da cotação em postura na coluna horizontal é 3.

Para o nível 4 da primeira coluna, a definição da cotação em postura na coluna horizontal é 4. Para o nível 5 da primeira coluna, a definição da cotação em postura na coluna horizontal é 5.

A definição do valor da cotação do posto em postura resulta das convergências dos dados do quadro 3 denominada “cotação global do posto” .

Nível Maximo Observado	COTAÇÃO GLOBAL DO POSTO		
	≤ 10 f/h ou Duração ≤ 5% tcy	11 a 100 f/h ou Duração entre 6 et 30% tcy	> 100 f/h ou Duração > 30% du tcy
1	1	1	1
2	1	1	2
3	1	2	3
4	2	3	4
5	3/4 ^a	4	5

Quadro 3 - Cotação global do posto em postura

Outro ponto observado pelo método é o **esforço** realizado pelo operador durante a execução das atividades nos postos de trabalho.

Realiza-se a medição de todos os pesos das ferramentas utilizadas na execução das tarefas, meios de produção como dispositivos utilizados, pinças manuais de solda, etc., assim como o esforço para colocação e retirada de peças ou ferramentas nos postos de trabalho. Caso esses esforços/pesos não estejam indicados na documentação do posto de trabalho, é necessário medi-los com um dinamômetro. Todos estes esforços são classificados em níveis entre 1 a 5, sendo 5 o nível mais crítico, ou seja, normalmente o mais pesado, com suas considerações para peso e frequência pelo check list e ficha de análise ergonômica.

No quadro 4 de esforço é constituída pelo tempo de duração da exposição a este esforço e por medidas em percentual dentro do tempo de ciclo em relação a um determinado peso exercido na operação. Outra relação é a frequência com que se está exposto a este esforço durante o intervalo de uma hora em relação ao peso utilizado, ou seja, na medida em que o peso aumenta dentro de um mesmo ciclo ou durante o intervalo de uma hora, mais crítico será o posto de trabalho.

O esforço está ligado diretamente ao tempo de duração da exposição dentro do tempo de ciclo do peso em questão.

Neste método, uma regra de cálculo foi adotada:

Quando cargas diferentes são manipuladas, procede-se à avaliação das duas formas seguintes, e considera-se a cotação mais desfavorável:

- calcula-se o peso médio de todas as cargas maiores que 1kg e soma-se as frequências ou o tempo de durações de sustentação da carga (ver nota a baixo).
- peso das cargas mais elevadas (ou as cargas mais significativas) e frequências ou duração de sustentação desta carga.

Nota:

Um cálculo de peso médio “ajustado para as frequências pode ser operado, quando a cotação se situa ao limite entre dois níveis”.

As cargas menores ou igual a 1 Kg não são consideradas, pois todas serão inferior a esse nível.

%	Frequência de repetição p/ hora	Peso ou Esforço (Kg ou DaN)										
		0,3 à < 1,5	1,5 à < 2,5	2,5 à < 4	4 à < 6	6 à < 9	9 à < 12	12 à < 16	16 à < 21	21 à < 28	≥ 28	
≤ 5%	≤ 5	1	1	1	2	2	3	3	3	4	5	
6 à ≤ 10%	6 à ≤ 30	1	1	2	2	3	3	3	4	4	5	
11 à ≤ 20%	31 à ≤ 60	1	2	2	3	3	3	4	4	5	5	
21 à ≤ 30%	61 à ≤ 90	1	2	3	3	3	4	4	5	5		
31 à ≤ 40%	91 à ≤ 140	2	3	3	3	4	4	5	5			
41 à ≤ 60%	141 à ≤ 220	2	3	3	4	4	5	5				
61 à ≤ 80%	221 à ≤ 330	3	3	4	4	5	5					
81 à ≤ 90%	331 à ≤ 500	3	4	4	5	5						
91 à 100%	≥ 500	3	4	5	5							

Quadro 4 - Cotação de peso e esforço – check list

Coeficiente de ponderação para os esforços ou pesos:

As ponderações são classificadas de P1 a P13 conforme quadro 5 nos anexos e pontuadas por um coeficiente que aumenta conforme a agressividade ou dificuldades descritas na operação. Este coeficiente inicia com um demérito de 0,5 e situa-se no máximo a 2 em condições muito ruins.

		Coeficiente
P1	Rotação de uma plataforma (ou sistema pivotante) com as duas mãos e com bom apoio	0,5
P2	Puxar ou empurrar um carrinho com um bom apoio em um solo não escorregadio	0,5
P3	Puxar ou empurrar uma assistência com um bom apoio em um solo não escorregadio	0,7
P4	Retornar com carga com risco de deterioração	1,5
P5	Colocar e manter (duração > 5 seg) com carga com braços esticados (> 1000mm) ou	1,5
P6	Posicionamento ou fixação delicada mantendo equilíbrio prolongado com uma só mão	1,5
P7	Carga lisa sem pegadas e com centro de gravidade fortemente deslocado	1,5
P8	Pegar ou depósito de uma carga > 6kg a uma altura (posição da mão) < 500mm ou >	1,5
P9	Carregar uma carga > 6kg com pegadas da peça	1,5
P10	Carregar uma carga > 6kg com subida ou descida com um ou mais degraus	1,5
P11	Carregar uma carga > 6kg com deslocamento obrigatório por mais de 5m	1,5
P12	Esforço em abdução com uma só mão	2
P13	Carga em posição elevada de assensão	2

Quadro 5 - Coeficientes de ponderação para peso e esforço

Regra de utilização das ponderações:

As ponderações serão aplicadas somente a cargas maiores que 2 Kg.

Quando uma ponderação é aplicada, deve-se multiplicar o esforço ou peso medido pelo coeficiente correspondente da ponderação.

Quando tiver mais de uma ponderação aplicada de P4 a P11, e estas estiverem dentro de uma mesma operação de manipulação de carga ou peso e forem aplicadas simultaneamente, deve-se aplicar um coeficiente de 2.

A medição dos esforços nos postos:

Para os esforços exercidos com resistência de movimento do objeto (carrinho, assistência, pinças...), é conveniente utilizar esforços médios como os seguintes: (esforço de partida + esforço em movimento /2, ou esforço de partida em movimento + esforço em movimento + esforço de parada de carrinho /3).

Esforços superiores a 15 Kg, exercidos pelo menos uma vez por hora – não pode ser integrada à cotação dos postos, mas deve ser indicado no campo de observação, salvo se existir risco pela associação das posturas em condições críticas.

- a) Forma de avaliação do posto para esforço;
- b) Definição da cotação global do posto em esforço.

Para avaliação global do posto em esforço, leva-se em consideração a correlação entre 3 fatores, sendo eles:

- a) Tempo de exposição em % durante o tempo de ciclo;
- b) A freqüência de repetição durante o intervalo de uma hora;
- c) O esforço ou peso exercido durante o tempo de ciclo.

A partir do tempo total do ciclo da operação, verifica-se o tempo total de exposição do esforço e calcula o percentual. A partir daí, calcula-se a freqüência de exposição por hora trabalhada. Mede-se o esforço ou peso em kg desta exposição. Com estes dados leva-se ao quadro 4 onde já está definida a correlação. Na coluna vertical, procura-se o tempo de duração e a freqüência de repetição da operação. Na coluna horizontal, observa-se o esforço exercido. A convergência entre estas duas colunas determina a avaliação global do posto em esforço.

Regulação e Complexidade também são critérios de avaliação dentro do método, mas que não foram consideradas dentro da avaliação dos postos, pois foram tratadas como variáveis controláveis.

1.5.3 DEFINIÇÃO DA AVALIAÇÃO FINAL DO POSTO

A partir da obtenção da avaliação final em esforço e postura, ou seja, com a classificação definida, sendo ela um dos valores 1, 2, 3, 4 ou 5 para esforço ou postura, coloca-se em uma grade de criticidade definitiva do posto.

Posiciona-se em um lado do quadrado, em cujo lado esquerdo se encontra uma coluna vertical com pequenos quadrados e enumerados de 1 a 5, de cima para baixo de forma crescente, sendo um desses a definição dos valores de FORÇA.

Na parte superior do quadrado maior, existe outra coluna na horizontal com 5 pequenos quadrados e enumerados da esquerda para a direita de 1 a 5, também de forma crescente, sendo este um dos valores de POSTURA.

A definição de criticidade de um posto é classificada em “verde, amarelo e vermelho” dentro da convergência entre estas duas colunas do quadrado definindo o nível de restrição física ou não dos postos de trabalho.

Todas as composições que se situarem entre 1 a 3, ou seja, esforço 1 e a postura 3, ou esforço 3 com a postura 3 etc., são classificados como postos “VERDES”, posicionado sem risco.

Todas as composições que se situarem entre 4 e 1 ou 1 e 4 são postos considerados “AMARELOS” considerado postos com algumas restrições e a composição 4 e 4 já é considerada crítica, ou seja, “VERMELHA”, postos que expiram cuidados e que com certeza estará expondo o operário a risco de lesões.

Todas as composições realizadas com pelo menos um dos lados em 5, seja esforço ou postura é também considerada crítica, ou seja, “VERMELHA”.

Sendo essa a definição de avaliação dos postos de trabalho conforme quadro 6 abaixo.

		POSTURA				
E S F O R Ç O		1	2	3	4	5
	1					
	2					
	3			ALVO		
	4					
	5					

Quadro 6 - Avaliação final do posto em esforço e postura

A análise da relação direta ou não das melhorias dos aspectos ergonômicos com a produtividade ou qualidade foram questões que se procurou responder através das hipóteses colocadas. O método empregado para avaliação dos aspectos ergonômicos, onde se descreve e se analisa de forma específica cada elemento dos movimentos realizados pelos trabalhadores em suas estações de trabalho, avaliando e classificando de forma clara, nos leva a concluir que os resultados obtidos através do uso desta ferramenta fornecem ao ergonomista a possibilidade de realizar análises que o leva a melhorar os postos para os operadores, trazendo progresso nos resultados ergonômicos, pois o método é de fácil aplicação com delimitações definidas, buscando tirar ao máximo a subjetividade. Como toda ferramenta de trabalho, traz suas limitações e ponderações, pois o método empregado leva em consideração a antropométrica, onde as ponderações e julgamentos são levados em consideração para uma melhor avaliação. O método de estudo utilizado é o estudo de caso, pois a aplicação do modelo empregado constituiu-se de avaliações realizadas diretamente nos postos de trabalho, ao se observar e avaliar as atividades prescritas e realizadas pelos operadores. Os postos de solda manuais, postos estes que comportam agravantes em suas atividades, envolvem levantamento de peso, esforço e posturas não adequadas, podendo ser elemento de doenças do trabalho.

Para a coleta de dados de cada fator dos aspectos ergonômicos, produtividade e qualidade utilizaram-se informações da empresa analisada. Foram feitas medições para a produtividade, e aplicados testes para avaliação da qualidade.

Procurou-se também aplicar questionário que será detalhado mais a frente a todos os trabalhadores da empresa, a fim de conhecer os possíveis elementos que possam interferir para as más condições físicas dos operadores.

1.6 Justificativa da Pesquisa

A justificativa para o desenvolvimento desta dissertação, ou seja, os pressupostos que sustentam a racionalidade do estudo proposto, estão descritos e indicados através dos seguintes pontos: as condições econômicas atuais vigentes na economia brasileira estão em crescentes modificações; o aumento da abertura dos mercados nacionais para uma lógica de globalização da economia, observando-se uma tendência de ampliação dos investimentos das montadoras e seus fornecedores no parque fabril brasileiro; uma forte criação de redes internacionais, o que implica na necessidade de cadeias produtivas capacitadas dentro dos padrões internacionais de concorrência. Para isso, a busca por produtividade e qualidade é uma constante no dia a dia das empresas, bem como a melhoria na qualidade das condições de trabalho. Estes fatores trazem junto a diminuição nos tempos de ciclos e a repetitividade dos movimentos nas operações realizadas nos postos de trabalho em geral e, por consequência, o aumento dos problemas de DORT/LER.

As empresas que possuem postos de solda a ponto manual, e a empresa em análise é uma delas, não estão fora desta mesma realidade, com o agravante das condições adversas dos postos de solda a ponto manual devido ao seu peso e esforço, o que justifica a realização do estudo da relação existente entre estes três fatores: ergonomia, qualidade e produtividade e suas consequências quando se procura melhorar o ambiente de trabalho.

Deming (citado por Cardoso, 2001, p 5) postulou que não é possível a construção de conhecimento sem a utilização da teoria. Sendo assim, se for possível unificar e/ou utilizar ao máximo de forma sinérgica as principais teorias e princípios existentes dos aspectos ergonômicos, produtividade e qualidade, será mais efetiva a geração de conhecimentos e, por consequência, maior a possibilidade de melhorar as práticas atuais de análise dos postos de solda a ponto manual.

E é com este foco, nas condições adversas dos postos de solda a ponto manual devido ao seu peso e esforço, e na existência de um laboratório prático, que esta ação se justifica para a realização desta pesquisa. Afinal se possui o mesmo meio prático, que são os postos de trabalho na empresa e suas condições, onde serão realizadas as modificações necessárias e as avaliações, demonstrando os resultados obtidos e as análises conclusivas neste trabalho.

1.7 Limitações do Trabalho

O presente estudo visa analisar a influência positiva ou negativa na produtividade do processo ou na qualidade do produto quando se atua sobre as melhorias ergonômicas nos postos de trabalho em processos de solda a ponto manual. O experimento foi realizado na montagem e soldagem da linha de solda do berço do motor na empresa Auto-chassi do Brasil. Para avaliação e análise, foram mantido os processos nas condições normais de produção, ou seja, ritmos de produção normais sem supervisionamento especial sobre os operadores.

O ambiente físico do trabalho foi mantido normal, com a luminosidade artificial e natural existente na empresa, e a temperatura do local de trabalho mantida à temperatura ambiente, ou seja, sem controle da mesma.

As análises dos estudos foram focadas nas melhorias realizadas em cada posto de trabalho, sendo suas avaliações ergonômicas voltadas às análises dos esforços e posturas. Para a medição dos esforços utiliza-se um dinamômetro (modelo DMK digital da Kratos).

Na medição dos pesos das peças, foi utilizada a balança digital em escalas kilograma.

Para a medição dos tempos dos postos, foram realizadas 10 medições por posto como preconiza a metodologia de análises e tempos utilizando-se cronômetro digital na escala centésimo de minuto.

Para avaliação da qualidade do produto, foi utilizada a avaliação visual dos aspectos dos pontos de solda e a montagem das peças no produto final no berço do motor e utilização do teste destrutivo, ou seja, destruição física de peças para avaliação da qualidade de soldagem dos pontos de solda.

1.7.1 ÁREA GEOGRÁFICA DE ATUAÇÃO

Esta pesquisa foi realizada na cidade de Araucária, região metropolitana de Curitiba, no Bairro de Capela Velha na Av. dos pinheiros número 999 na empresa Auto Chassis do Brasil, empresa do grupo Renault.

1.7.2 DESCRIÇÃO DA POPULAÇÃO

A população existente na empresa analisada é formada por 105 colaboradores, sendo que no setor de realização do experimento, na montagem dos berços dos motores, possuíam 18 postos com solda a ponto manual. Trabalhavam um total de 15 colaboradores, todos homens.

Ramo de atividade: Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores não classificados em outras classes.

Horários de trabalho:

1º Turno: Das 6:00 às 14:20 de 2º Feira a Sábado. Com intervalo de 60 minutos de intervalo para almoço e 10 minutos de café.

2º Turno: Das 14:20 às 23:40 de 2º Feira a Sábado. Com intervalo de 60 minutos de intervalo para jantar e 10 minutos de café.

O universo da região metropolitana de Curitiba que trabalha com solda a ponto manual, chega aproximadamente a 3200 trabalhadores entre grandes, médias e pequenas empresas, em um total aproximadamente de 1300 postos de trabalho, conforme informação do sindicato dos metalúrgicos da região, sendo que esta é a amostra total envolvida para avaliação.

1.8 Estrutura do trabalho

Este trabalho esta estruturado da seguinte forma. No capítulo 1 descreve-se a introdução e os objetivos. Na introdução busca-se situar a importância do trabalho na melhoria da ergonomia desde a concepção e criação dos meios de produção até as necessita-se de alteração dos mesmos. Também demonstra os estudos e a busca constante das organizações pela produtividade e qualidade e enfatiza-se a importância do estudo da inter-relação destes três fatores. Também descreve-se o sentido do problema a ser tratado, formula as hipóteses e define o objetivo geral e específicos da pesquisa, descrevendo o método empregado e a justificativa do trabalho de pesquisa a ser realizado.

No capítulo 2 procura-se descrever o embasamento teórico na qual esta suportado o trabalho, trazendo uma conceituação de ergonomia, produtividade e qualidade e também procura-se conceituar o modelo cubo empregado em dois postos de trabalho e a descrição dos princípios de solda por resistência.

No capítulo 3 inicia-se com a coleta de dados de ergonomia nos postos de trabalho em análise, busca-se os dados de produtividade e qualidade do processo e do produto respectivamente da empresa deixando claro os resultados existentes antes de modificar os postos de trabalho. Descreve-se o tipo de testes realizados pela empresa para análise da qualidade. Deixa claro as variáveis controláveis e como foram controladas e em um segundo momento descreve-se as propostas de modificações e demonstra-se estes mesmo dados após as alterações dos postos de trabalho. Demonstra-se os dados coletados do modelo cubo e seu método de aplicação nos dois postos em questão antes das modificações.

No capítulo 4 procura-se demonstrar os resultados encontrados com cada fator em análise após as alterações nos postos de trabalho. Inicia-se pelos resultados de ergonomia, na sequência a produtividade, qualidade, o resultado da pesquisa cognitiva aplicada a todos os operadores dos postos em análise e por ultimo o resultado do modelo cubo aplicado a dois postos, uma discussão desses resultados e conclusão desta aplicação.

No capítulo 5 trás a conclusão da pesquisa em questão e do modelo cubo aplicado e deixa pistas para aprofundamento a novos trabalhos.

O apêndice 1 esta toda a pesquisa cognitiva aplicada aos funcionários para a demonstração das melhorias ou não nos postos de trabalho.

2 EMBASAMENTO TEÓRICO – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A ergonomia refere-se a uma complexa relação entre o trabalhador e o seu trabalho, e permeia muitos aspectos da estação de trabalho (posto de trabalho), conforme Marilyn (1994 p. 7).

Os fluxos em série, dos postos de trabalho nas linhas de produção, com ciclos curtos de tempo, produzem períodos de espera que não ocorrem como pausas, mas sim como perturbações no ritmo de trabalho. Isto também produz aceleração no trabalho e como consequência: prejuízo aos aspectos ergonômicos de força e posturas. (BECKMAN 2003, p. 2).

A necessidade de melhorar a cada dia o processo produtivo na busca da melhor utilização dos equipamentos e máquinas criou o ambiente para surgir, no século XVIII, alguns estudiosos que se preocuparam com a melhoria da produtividade. Isto fica evidente ao observar-se o surgimento das máquinas-ferramentas, como as máquinas de fiação de Hargreaves, em 1764; a torre d'água de Arkwright, em 1769; a máquina de fiar de Crompton, em 1779; a introdução da máquina a vapor inventada por Watt (1764); entre muitas outras.

Em 1776, Adam Smith avaliou os *benefícios da divisão do trabalho* ou especialização da mão de obra (Silva et al 1996 p. 6). No final do XIX, surgem os trabalhos de Frederick W. Taylor, considerado o pai da Administração Científica, com os conceitos de produtividade, que hoje parecem óbvios.

Segundo Francisco Lacombe, no dicionário de Administração (2004, p. 55), a “produtividade é a relação entre os produtos obtidos e os fatores de produção empregados na sua obtenção”, ou seja, é a relação entre quanto se gasta (tempo) para produzir um determinado produto ou realizar-se um determinado serviço e o quanto se ganha (quantidade) de peças ou trabalhos executados neste mesmo período de tempo, ou seja, quanto maior o número de peças ou serviço executado neste mesmo período de tempo, maior será a produtividade.

A produtividade industrial é o resultado econômico da utilização dos recursos humanos, físicos, materiais, tecnológicos, financeiros e também os recursos logísticos que a empresa aloca para obtê-la. A produtividade será tanto maior quanto mais eficaz for a utilização dos recursos empregados.

Como reiteradamente afirmava o pensador americano Buckminster Fuller, “produtividade é conseguir cada vez mais com cada vez menos” (apud CAMPOS, 1990).

Os empresários brasileiros não poderão ignorar estes fatos, pois a busca da qualidade e da produtividade poderá colocar a empresa brasileira em um novo patamar de competitividade e lucratividade, conforme afirma Campos (1990, p. 25). As empresas que buscam a qualidade têm conseguido também elevados índices de produtividade. Bell et al (1994) estimaram o custo da qualidade na indústria manufatureira representa 5 e 25% do valor total das vendas. Os serviços industriais, entretanto são onerosas, despendem entre 30 a 40% dos custos de operação para o custo da qualidade (OMACHONU et al 2003).

Nos sistemas industriais há uma tendência crescente em privilegiar a qualidade e a confiabilidade como cita Campos (1990 p. 20). Compra-se cada vez menos pelo menor preço e cada vez mais pelo menor custo final.

Conforme Hendrick (2003), o custo da qualidade é avaliado e medido através da prevenção do custo da falha associado à realização da qualidade do produto.

Por décadas perdurou uma falácia de que se quisesse aumentar a produtividade, teria que sacrificar a qualidade ou vise-versa, afirma Joiner (1995).

As filosofias atuais procuram melhorar a qualidade do processo, mas esta terá como consequência uma elevada qualidade do produto, aumento da produtividade e redução do tempo de ciclo. As ligações entre qualidade, produtividade e processo são estreitas e qualquer melhoria em qualquer das variáveis haverá um conseqüente aumento nas demais conforme afirma Joiner (1995). Ele também afirma que as medidas de qualidade podem ser difíceis de definir em alguns casos e então o autor sugere concentrar-se no tempo de ciclo pois será uma forma de impulsionar a melhoria da qualidade e da produtividade.

Neste sentido, as melhorias no processo de produção para a redução dos tempos de ciclo com ganhos de produtividade com as melhorias dos processos ou dos produtos, para uma conseqüente melhoria no nível de qualidade, são sempre os objetivos perseguidos pelas organizações, (HENDRICK, 2003, p. 2), O autor afirma que os administradores em geral não conseguem justificar o fornecimento de fundos para as intervenções ergonômicas a menos que haja um claro benefício econômico a ser obtido.

Outros fatores relevantes apontados por Hendrick (2003, p. 11) são sobre a implementação de alterações de um projeto ergonômico aplicado ao equipamento que contribui para redução do erro do operador no desenvolvimento de suas tarefas, fato este que afetará a variável qualidade final do produto e conseqüentemente a produtividade e redução de retrabalhos na linha de produção. Complementando o que descreve Hendrick, vê-se as melhorias ergonômicas (ergonomia de concepção) na fase de desenvolvimento do projeto ou na melhoria dos postos quando já estão em processos (ergonomia de correção). Assim as melhorias nas condições dos postos de trabalho devem trazer conforto para a execução das atividades, melhorias que devem visar redução da fadiga, cansaço físico de forma a proporcionar o bem estar do operador e de forma a gerar uma melhor performance do trabalhador contribuindo também para a redução nos erros de operação.

2.1 Conceituação Teórica

Neste contexto os conceitos relativos aos três fatores a que nos propomos estudar ergonomia, produtividade e qualidade, procurou-se definir inicialmente a ergonomia demonstrando os fatores biomecânicos que provocam o desencadeamento da DORT, distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho, descrevendo os itens de maior impacto e as influencias das dimensões antropométricas das áreas de alcance e seus impactos nas posturas ergonômicas. A seguir destaca-se a importância da produtividade, seus conceitos e a evolução no Brasil. Na conceituação da qualidade procura-se esclarecer que as necessidades futuras dos usuários e as suas características mensuráveis podem-se transformar em um produto projetado para oferecer satisfação a um preço que o cliente possa pagar, mas deixa-se claro que nem sempre é fácil e demonstra as diversas etapas da evolução da qualidade na vida industrial. Finaliza-se com a conceituação do modelo cubo utilizado para avaliação dos fatores ergonomia, produtividade e qualidade.

2.2 Ergonomia

A **ergonomia**, ou *human factors* (fatores humanos) ou *human factors & ergonomics* (fatores humanos e ergonomia), expressões pelas quais é conhecida como disciplina científica relacionada ao entendimento das interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema e também é a profissão que aplica teoria, princípios, dados e métodos para projetar a fim de otimizar o bem-estar humano e o desempenho geral de um sistema. Esta é a definição adotada pela IEA (*International Ergonomics Association* -) em 2000.

Os ergonomistas contribuem para o projeto e avaliação de tarefas, trabalhos, produtos, ambientes e sistemas, a fim de torná-los compatíveis com as necessidades, habilidades e limitações das pessoas. (IEA, 2000).

2.2.1 FATORES BIOMECÂNICOS

Relacionamos os fatores biomecânicos mais importantes na origem de lesões nos membros superiores conforme citado na norma de manuais técnicos do ministério de saúde (2001, p21) biblioteca eletrônica www.bvsmms.saude.gov.br.

2.2.1.1 FORÇA

Quanto mais força a tarefa exigir do trabalhador, tanto mais propenso estará o mesmo a desenvolver DORT. A classificação adotada a partir da modificação de Silverstein, para esforço físico manual é:

- a) menor que 4 Kg – pouca força;
- b) 4 a 6 Kg – força moderada;
- c) mais de 6 Kg – força excessiva.

Sabe-se que quanto mais força, maior será a probabilidade do trabalhador desenvolver uma lesão por trauma cumulativo. O esforço também tem certo impacto

na produtividade devido o desgaste físico proporcionado no desenvolvimento da atividade.

2.2.1.2 POSTURAS INCORRETAS

Posturas incorretas dos membros superiores ocasionam desde o impacto de estruturas duras contra estruturas moles, caso do ombro, fadiga por contração muscular estática, como no pescoço, e até mesmo compressão de nervos, como no caso do punho.

Há nove posturas mais críticas dos membros superiores quando praticadas freqüentemente conforme quadro 7 abaixo:

Pescoço excessivamente estendido (sobrecarga em coluna cervical)
Pescoço excessivamente fletido (sobrecarga cervical, visual e fadiga muscular cervical e dorsal);
Braços abduzidos, afastados ou movimentos rápidos e com força (sobrecarga do músculo supra espinhoso);
Braços elevados acima do nível dos ombros (compressão de artéria circunflexa) levando à isquemia muscular, ou seja, a falta ou deficiência da circulação arterial num órgão ou região do corpo;
Membros superiores suspensos por muito tempo (fadiga muscular);
Sustentação estática dos antebraços pelos braços (acúmulo de ácido láctico com conseqüente fadiga);
Flexão exagerada do punho (compressão no túnel do carpo);
Extensão exagerada do punho (compressão do túnel de carpo);
Desvios laterais da mão (compressão do túnel do carpo).

Quadro 7 - Posturas mais críticas

Fonte: Artigo Dano corporal e mensuração da incapacidade ano 2005.

Autor: Cheren A. J , Fernandes F. C.

2.2.1.3 REPETITIVIDADE

Quanto maior o número de movimentos desenvolvidos pelo trabalhador em sua atividade, tanto mais rapidamente o mesmo desenvolverá DORT, mostrando que a cadência/ritmo é um fator importante.

Considera-se como trabalho altamente repetitivo, como cita Couto (1996 p31):

- ✓ Quando o ciclo de trabalho é menor que 30 segundos (operação com o uso dos mesmos grupos musculares);
- ✓ Quando, mesmo sendo maior que 30 segundos, mais que 50% do ciclo é ocupado com apenas um tipo de movimento;

2.2.1.4 COMPRESSÃO MECÂNICA

Especialmente importantes são as formas de compressão mecânica da base das mãos, local onde passa o nervo meiano.

Pode-se ver, à medida que aumenta a intensidade de um dos fatores, a partir de determinado ponto crítico passará a ocorrer um aumento gradativo da incidência dos DORT; se houver um segundo fator presente, diante de um valor menor do primeiro fator, já poderá aparecer os DORT; se houver um terceiro fator, mais fácil será a ocorrência, e assim por diante.

Contato da parte do corpo com superfícies duras ou cantos vivos, com particular interesse para as possíveis compressões da base da mãos, no local onde passa o nervo mediano e o cotovelo, e também operações onde as mãos são utilizadas como “martelo”.

2.2.1.5 VIBRAÇÕES E FRIO

As vibrações provenientes da manipulação de instrumentos elétricos e pneumáticos contribui para o aparecimento de vários problemas vasculares, neurológicos e articulares de membros superiores. As estruturas são submetidas diretamente às vibrações e não se pode esquecer que é necessário se manter mais força na utilização de um instrumento vibratório.

O frio reduz a destreza e a força das mãos na realização de um trabalho manual. Conforme Santos (2007, p4) a perda de calor acontece nas extremidades durante trabalho em ambientes frios, manipulação de materiais frios , trabalho ao ar livre ou exposição ao ar frio de ferramentas de mão pneumáticas. Neste ultimo caso, o esfriamento periférico local inibe biomecanicamente as funções fisiológicas e neurológicas da mão. Um dado trabalho torna-se, então mais exigente no frio.

2.2.2 CONCEITOS DE ÁREAS DE ALCANCE

Conforme Dul et al (2001 p. 17) é recomendável que todos os componentes e objetos que são utilizados estejam dentro da área de alcance para evitar movimentos de inclinação do tronco.

Os objetos utilizados deverão estar dentro do alcance máximo e, portanto, nenhum componente, equipamento ou objeto utilizado deverá estar além da área de alcance máximo para uso freqüente:

Considera-se a área de alcance máximo o raio de ação formado pelos braços estendidos à frente do operador, estando este com o tronco na posição ereta;

A área de alcance normal constitui-se na mesma situação anterior, porém com os braços flexionados; No caso de posição sentada, o tronco deve estar em ângulo de 90° com as coxas. Deve-se situar-se dentro de um quadro tridimensional de alcance dos braços sentado ou em pé.

2.2.3 ANTROPOMETRIA

A antropometria como cita Roeduck (1995 p2) é a ciência das medições e a arte da aplicação da geometria física que estabelece massa própria e a capacidade de força do corpo humano. Considera-se a medição mais usual para os designer e mostra como são usados e quais propósitos. O método antropométrico esta entre as ferramentas básicas de trabalho para análise e desenvolvimento dos requerimentos da engenharia de designer para os fatores humanos e profissionais da ergonomia.

Considerando a inclusão da variedade dos tamanhos, proporções, mobilidades, força e outros fatores que são definidos como sendo físicos, o sentimento humano e a capacidade de performance são em parte relacionados às características físicas, então concernentes à antropometria e também a alguns aspectos relacionados aos fatores humanos da fisiologia e psicologia da percepção de conforto.

A antropometria ajuda na avaliação das posturas e nos controles das distâncias e alcance. Especifica e separa os movimentos de risco vindo do ambiente do equipamento e identifica os objetos ou elementos que restringem os movimentos. Também trata da quantidade de análises relacionadas à biomecânica como forças e torques durante o manuseio manual dos materiais e a adaptação dos operadores como conforto e desempenho geral humano.

2.2.3.1 ANTROPOMETRIA ESTÁTICA, DINÂMICA E FUNCIONAL

Antropometria estática (IIDA, 2005) é aquela em que as medidas se referem ao corpo parado ou com poucos movimentos. Ela deve ser aplicada ao projeto de objetos sem partes móveis ou de pouca mobilidade, como no caso do mobiliário em geral. A maior parte das tabelas existentes é de antropometria estática. O seu uso não é recomendado para projetos de máquinas ou postos de trabalho com partes que se movimentam. Nesse caso, deve-se recorrer à antropometria dinâmica.

Antropometria dinâmica é aquela que mede os alcances dos movimentos. Os movimentos de cada parte do corpo são medidos mantendo-se o resto do corpo estático. Deve-se conhecer os limites de movimentação das partes do corpo mais solicitada em tarefas profissionais (VERDUSSEN, 1978, p. 17)

Antropometria funcional possibilita até três regulagens padrão de altura:

a) pessoas altas; b) pessoas medianas; c) pessoas baixas.

Trabalha-se geralmente com os seguintes percentil:

- a) 05% - atende a pessoas baixas;
- b) 50% - atende a pessoas medianas;
- c) 95% - atende a pessoas altas.

Caso a diferença entre duas medidas de percentil seja inferior a 3%, uma medida única atenderá as duas. Em determinadas situações, trabalhar apenas com um percentil. Na dúvida, instalar mais alto.

2.2.4 OUTROS ASPECTOS NA ANÁLISE ERGONÔMICA

Trabalho em pé em postura ortostática: a pouca movimentação gera desconfortos em membros inferiores como dores e formigamentos, mas sem relevância para o trabalho em questão, pois todas as atividades requeriam movimentação. Demandas visuais: em geral requeridas em trabalhos de precisão e inspeção visual e que implicam em contrações musculares estáticas de membros superiores e em cansaço visual. Não houve, entretanto, um grande impacto com relação a isso, pois as necessidades visuais se davam em relação à inspeção visual das peças após realização das atividades, ou seja, da inspeção de qualidade dos pontos de solda.

Fatores ambientais como ruído, vibrações, calor excessivo e iluminação deficiente, são fatores geradores de fadiga, estresse e contributivos para o aparecimento de DORT. Estes itens foram desconsiderados da avaliação do trabalho, sendo consideradas apenas as variáveis controláveis.

Organização do sistema de trabalho: definição do modo operatório contemplando o conteúdo das tarefas, pausas, revezamento com outros postos de trabalho, controle do ritmo de trabalho, treinamento, controle de horas extras, entre outros, foram aspectos considerados.

2.3 Produtividade

É a redução do tempo gasto para executar um serviço, ou o aumento da qualidade de produtos elaborados, com a manutenção dos níveis de qualidade, sem o acréscimo de mão de obra ou aumento dos recursos necessários, MELLO e BARROS (1997, p. 5). Aumentar a produtividade é produzir cada vez mais e/ou melhor com cada vez menos, Campos (2004, p. 3). Até o final dos anos 1980, estudos sobre produtividade apareciam como subsidiários em trabalhos correlatos, cujo foco estava voltado a outros temas. Nos anos 1990, esse quadro muda de forma significativa. Estudos com diferentes visões são produzidos, criando-se um debate sobre o tema. (RINALDI, 2001).

A mensuração e análise da produtividade são aplicadas para compreender problemas organizacionais (ELORANTA e HOLMSTRÖM, 1998). Em função disto, a forma de medir ou avaliar a produtividade numa organização, segundo Martins & Laugeni (1998), tem sido objeto de estudos entre muitos pesquisadores, não havendo consenso entre eles.

Conforme Silva e Zotes (1996), produtividade é um componente do sucesso e fator de competitividade das empresas, por isso se faz importante o seu monitoramento através de indicadores que apoiem decisões administrativas.

A produtividade de um recurso é a quantidade de produtos ou serviços produzidos num intervalo de tempo dividido pela quantidade necessária desse recurso, por isto, variáveis como capital, materiais, mão-de-obra direta e gastos gerais podem e devem ser usadas para medir e determinar a produtividade em um intervalo de tempo citados por Gaither e Frazier (apud Rinaldi, 2001 p3).

2.3.1 A PRODUTIVIDADE NO BRASIL

No Brasil, o debate em torno da produtividade ganhou dimensão no final dos anos 1990, com o crescimento acelerado da produtividade, baseado no dinamismo tecnológico decorrente da globalização (TEIXEIRA, 1997).

A procura por maior produtividade nas empresas começou com Taylor no fim do século XIX, evoluiu com Henry Ford e a Produção em Massa (MARTINS e LAUGENI, 1998). No entanto, o grande salto no aumento da produtividade aconteceu com o surgimento do modelo japonês chamado Produção Enxuta, pois este método é definido como um sistema de baixo desperdício.

Estudos sobre produtividade foram realizados em diferentes tipos de organizações: Pfeifer (1990), confecções e calçados; Ouchi (1992), empresas em geral; Fleury (1993) e Quinn (1996), área de serviços; Contador (1995), setor fabril; Romano e Novais (2000), instalações elétricas; Silva, *et al* (2000), setor bancário; Maia (2000), setor de brinquedos e serviços; Update (2001), área automobilística.

Nas micros e pequenas empresas, a aplicação de ferramentas como: consulta a operários mais experientes, levantamento de dados, adequação do arranjo físico, *lay out*, dos postos de trabalho, limpeza da fábrica, estocagem adequada de materiais e movimentos dos trabalhadores como gestos desnecessários ou inadequados, podem auxiliar e melhorar a produtividade através da diminuição das perdas no processo produtivo (FRANCISCHINI, 1997).

A medição e a identificação dos fatores de produtividade não é algo trivial, pois deve considerar a influência de fatores conjunturais que podem afetar a produtividade alcançada. A influência desses fatores pode causar a redução da produtividade alcançada sem que a qualidade do trabalho dos operadores tenha sido reduzida (ARAÚJO, 1997).

Segundo Quinn (1996), os objetivos da estratégia manufatureira devem lidar com tais questões competitivas da seguinte maneira:

- a) minimizar todos os tempos referentes ao projeto e entrega de novos produtos e processos;
- b) maximizar a qualidade;
- c) maximizar a flexibilidade;

- d) maximizar o retorno sobre o ativo, maximizando inclusive os giros de estoques;
- e) maximizar a produtividade;
- f) minimizar o desperdício.

2.3.2 EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE PRODUTIVIDADE.

O cálculo da produtividade do trabalho levantado a partir dos dados de produção, pessoal ocupado na produção e horas trabalhadas na produção, são obtidos respectivamente nas Pesquisas Industriais Mensais - Produção Física (PIM-PF) e Dados Gerais (PIM-DG), ambas do IBGE (RINALDI, 2001).

Na análise da produtividade, procura-se levar em consideração os tempos de ciclo das operações nos postos de trabalho existentes no processo em análise. Todas as atividades executadas são relacionadas e descritas, e então separadas por etapas dentro de uma mesma operação para cada posto de trabalho. Esse tempo total da operação, ou ciclo, é decomposto em cada atividade realizada. A partir deste momento, procura-se analisar cada atividade e seus movimentos. O conceito geral de produtividade normalmente envolve a divisão do resultado do trabalho por unidade de tempo. “Se você não medir, você não pode gerenciar”. Isto é particularmente verdadeiro em produtividade (BORGES e NETO, 1993).

Nas análises de produtividade, procura-se avaliar os recursos e a quantidade de produtos ou serviços produzidos num intervalo de tempo dividido pela quantidade necessária desse recurso. Portanto, variáveis como: capital, materiais, mão-de-obra direta e gastos gerais, podem e devem ser usadas para medir e determinar a produtividade em um intervalo de tempo citados por Gaither e Frazier (apud RINALDI 2001).

Conforme Campos (1992, pg 2), aumentar a produtividade é produzir cada vez mais e/ou melhor com cada vez menos. Pode-se, portanto, representar a produtividade como quociente entre o que a empresa produz (output) e o que ela consome (input).

A produtividade é considerada um importante indicador de medição da eficiência das unidades de negócios convertidas em inputs contra outputs. Algumas medições de

produtividade – provenientes de diferentes pesquisas de campo baseia-se em diferentes considerações de inputs e outputs (Yu, 1984).

A busca da produtividade, assim como da qualidade, é uma constante na vida das organizações e de seus administradores, pois seus impactos estão diretamente ligados a seus resultados econômicos.

2.4 Qualidade

Definir o termo qualidade é uma tarefa difícil. Qualquer tentativa neste sentido enfocará apenas algumas de suas características, deixando outras possíveis abordagens, como expressa Queiroz (1995, p. 13). Durante o Taylorismo, por exemplo, a qualidade era vista como um problema a ser resolvido (BANKS 1989). Naquela época, alta qualidade significava baixa produtividade.

Qualidade é aquela que atende perfeitamente de forma confiável, acessível, segura e no tempo certo as necessidades do cliente, Campos (2004, p. 2).

2.4.1 EVOLUÇÃO DA QUALIDADE

A qualidade tem existido desde os tempos em que os chefes tribais, reis e faraós governavam. Inspetores aceitavam ou rejeitavam os produtos se estes não cumpriam as especificações governamentais. A Revolução Industrial e o sistema fabril acrescentaram estratégias administrativas tais como: especificações escritas, mensurações com instrumentos de medição adequados e os laboratórios para testes e padronizações. Para Garvin (*apud* Caravantes et al., 1997, p. 62), "do ponto de vista do controle da qualidade, a principal conquista foi a criação de um sistema racional de medidas, gabaritos e acessórios no início do século XIX". Caravantes et al. (1997, p. 63) aponta que Frederick W. Taylor, que viveu em meados do século XX e considerado o pai da "Administração Científica", "deu legitimidade à atividade de medição e, principalmente, de inspeção, separando-a como tarefa....". O

movimento da qualidade tem contribuído de forma marcante até os dias atuais na obtenção das vantagens competitivas junto às empresas.

Segundo Feigenbaum (1994, p. 20-22), a evolução da qualidade pode ser analisada sob várias etapas, tais como:

1.^a etapa (1900): Controle da qualidade pelo operador - Um trabalhador ou um grupo pequeno era responsável pela fabricação do produto por inteiro, permitindo que cada um controlasse a qualidade de seu serviço.

2.^a etapa (1918): Controle da qualidade pelo supervisor - Um supervisor assumia a responsabilidade da qualidade referente ao trabalho da equipe, dirigindo as ações e executando as tarefas onde fosse necessário e conveniente em cada caso.

3.^a etapa (1937): Controle da qualidade por inspeção - Esta fase surgiu com a finalidade de verificar se os materiais, peças, componentes, ferramentas e outros estão de acordo com os padrões estabelecidos. Deste modo, seu objetivo é detectar os problemas nas organizações.

4.^a etapa (1960): Controle estatístico da qualidade - Esta etapa ocorreu através do reconhecimento da variabilidade na indústria. Numa produção sempre ocorre uma variação de matéria-prima, operários, equipamentos etc. A questão não era distinguir a variação e sim como separar as variações aceitáveis daquelas que indicassem problemas. Deste modo, surgiu o Controle Estatístico da Qualidade, no sentido de prevenir e atacar os problemas. Surgiram também as sete ferramentas básicas da qualidade na utilização da produção: Fluxograma, Folha de Verificação, Diagrama de Pareto, Diagrama de Causa e Efeito, Histograma, Diagrama de Dispersão e Carta de Controle. Esta etapa permaneceu restrita às áreas de produção ao nível da fábrica, se desenvolveu de forma lenta e é aplicada nas organizações até os dias de hoje.

5.^a etapa (1980): Controle da qualidade - A qualidade passou de um método restrito para um mais amplo, o gerenciamento. Mas ainda continuou com seu objetivo principal de prevenir e atacar os problemas, apesar de os instrumentos se

expandirem além da estatística, tais como: quantificação dos custos da qualidade, controle da qualidade, engenharia da confiabilidade e zero defeito.

Segundo Ferreira (1999), a qualidade passa para outra etapa, a Visão Estratégica Global, com o objetivo da sobrevivência da empresa e competitividade em termos mundiais para atender as grandes transformações que vêm ocorrendo no mercado.

Gerenciar a qualidade é uma filosofia que tem por finalidade melhorar continuamente a produtividade (BROCKA 1994).

A dificuldade em definir qualidade é a de traduzir as necessidades futuras do usuário em características mensuráveis, de forma que o produto possa ser projetado e transformado para oferecer satisfação a um preço que o cliente possa pagar. “Isto não é fácil, e assim que se sente razoavelmente bem-sucedido nesta tarefa, descobre-se que as necessidades do cliente mudaram, surgiram novos materiais, alguns melhores que os antigos, outros piores, alguns mais baratos, outros mais apreciados” (SHEWHART, 1931).

Um produto ou serviço que possua a capacidade de satisfazer as necessidades e expectativas dos clientes. Atualmente, se afirma com frequência que é desejável não apenas satisfazer, mas também exceder as expectativas do cliente. O pessoal responsável pela manufatura em um contexto industrial é considerado cliente interno, e os usuários finais são considerados clientes externos (EKLUND, 2000, p. 643).

Como afirma Campos (1992), “sua meta é ser o melhor do mundo naquilo que você faz. Não existem alternativas”.

Por melhor que sejam as condições de trabalho, sempre haverá uma parcela da produção que não atenderá às especificações.

Do ponto de vista estatístico não existe o zero defeito, este é, por definição, inatingível. Pode-se aproximar-se mais e mais desta meta, não há limites para essa aproximação. Pode-se ter um defeito para cada mil ou um para cada milhão ou bilhão. Neste defeito por milhão ou bilhão pode-se instituir ou considerar arbitrariamente que se atingiu o zero. A busca da melhoria da qualidade faz considerar *defeito zero* uma ocorrência cada vez mais rara, ou seja, uma ocorrência de “peça com defeito” entre um número cada vez mais astronômico de “peças íntegras”.

Um produto final tem muitas especificações e para se atingir tais especificações finais existem as especificações intermediárias.

Um produto de alta confiabilidade é aquele que tem uma baixa probabilidade de apresentar imperfeições, e isto vem do desenvolvimento dos produtos e dos processos.

Pode-se verificar que qualidade não é apenas um termo baseado no produto, no serviço, ou na produção. O conceito evoluiu do controle do produto (inspeção), controle de amostras dos lotes de produção (controle estatístico), para o controle do sistema de qualidade (controle da qualidade total) e atualmente para a gestão pela qualidade (MALUCHE, 2000, p. 50).

Qualidade é uma questão de sobrevivência da organização, pois a aceitação ou não do produto pelo cliente define a permanência ou não no seu mercado de atuação. No contexto da qualidade, percebe-se, portanto, que a qualidade está relacionada com o usuário e visa satisfazer as necessidades dos clientes, com cujas expectativas o produto deve estar de acordo e em conformidade com às especificações. Não se pode pensar em qualidade como sinônimo de perfeição. Trata-se de algo factível, relativo, substancialmente dinâmico e evolutivo, amoldando-se à granularidade dos objetivos a serem atingidos. Considerá-la como algo absoluto e definitivo seria transportar-se para o inatingível e, com base neste sofisma, propiciar entraves a qualquer esforço de realizá-la.

Para CROSBY (1990), qualidade é a conformidade do produto com as especificações ou requisitos estabelecidos. Na visão de CAMPOS (1990 pg 14), o conceito de qualidade acomoda-se no equilíbrio dos seguintes fatores:

Qualidade intrínseca do produto ou serviço: pode ser atestada por estar em conformidade com as normas, ou avaliada pela ausência ou presença de certos critérios;

Custo: corresponde ao preço pelo qual o usuário se dispõe a pagar;

Atendimento: pode ser entendido como a satisfação do usuário quanto ao tempo, espaço e quantidade.

Qualidade, portanto, não significa somente excelência ou qualquer outro atributo de um certo produto final. A qualidade deve ser perseguida dentro da organização, pois certamente é o que os usuários esperam de um produto. Em uma linha de produção, a medição constante dos níveis de qualidade é uma necessidade de todas as organizações para a verificação do nível de aceitabilidade do cliente

sobre seu produto, ou seja, se ele encontra-se dentro dos requisitos no qual ele está pré disposto a pagar. Tal medição inclui: métodos de inspeção no posto de trabalho; auto-controle efetuado pelo operador; controles estatístico do processo, coletas de dados através amostras de medições coletadas de forma estatística para análise da variabilidade do processo, assim como testes avaliativos, sendo eles destrutivos ou não. Portanto, a fim de se obter o melhor produto dentro das características aceitas pelo cliente, com o menor custo e dentro do tempo desejado, é imprescindível a melhor condição de trabalho possível para quem de fato é o responsável por produzir o melhor produto. Impossível desejar que os operadores produzam o melhor produto sem ter as melhores condições de trabalho dentro das suas estações de trabalho. Dentro deste ponto de vista, buscar a produtividade e a qualidade sem levar em consideração o nível ergonômico dos postos de trabalho, é, para este pesquisador, um erro crucial cometido pelas organizações.

2.5 Modelo do Cubo

O método utilizado e adaptado para este trabalho, toma como base o trabalho descrito no livro “ferramentas e enfoques saúde e segurança no trabalho” de Joachin Vedder e Wolfgang Laring (1998) e toma como discussões outros autores.

Citando Putz-Anderson (apud LARING 2004 p33) coloca que a metodologia para análise de multifatores aponta a necessidade de considerarmos a combinação de fatores que influenciam quando estimamos riscos. “Quando o tempo para recuperar é insuficiente e quando há uma grande repetição combinada com o esforço”. Kaderfors (apud VEDDER 1998) sugere um *modelo cubo* para avaliação ergonômica dos postos de trabalho baseado em uma discussão de prioridades antes descritas.

O foco principal desta ferramenta foi analisar a influência do homem sobre os fatores ergonomia, produtividade e qualidade. Isolaram-se as variáveis para a utilização desta ferramenta como a influencia dos equipamentos, meios, meio ambiente.

Das exigências agrupadas, buscou-se cada uma das variáveis básicas e agrupou-se em três níveis de exigências conforme descreve Vedder et al (1998 p 29.63): 1) Exigências baixas; 2) Exigências médias; 3) Exigências altas.

Nos fatores de classificação das variáveis os autores Laring (2004) e Vedder et al (1998) concordam em sua forma de agrupamento.

As combinações de variáveis básicas determinam em grande parte o nível de risco em relação ao desenvolvimento de problemas musculares e os transtornos traumáticos acumulativos.

As variáveis básicas: força, postura e tempo de permanência constituem as variáveis ligadas a ergonomia. As variáveis, tempos de ciclo dentro, abaixo e acima estão ligadas a produtividade. As variáveis peças sucatas, retrabalháveis e boas são ligadas à qualidade.

Para cada combinação de exigência pode-se definir um sub-cubo. O modelo incorpora 27 destes sub-cubos conforme Laring (2004)

Um aspecto básico do cubo é o grau de aceitação das combinações das exigências. O modelo se propõe a um esquema de classificação dividido em três zonas:

- 1) A situação é aceitável;
- 2) A situação é condicionalmente aceitável;
- 3) A situação é inaceitável.

Cada sub-cubo pode ter uma textura de cor determinada (por exemplo verde-amarelo-vermelho). Neste caso a valorização também pode basear-se nos usuários ou nas provas científicas. A zona condicionalmente aceitável (amarela) implica na “existência de um risco ou prejuízo que não se pode ignorar-se para a totalidade ou parte da população de trabalhadores em questão” conforme Cen (apud VEDDER, 1998 p29.63). Estudou-se a inter-relação entre estes fatores e definiu-se uma forma de avaliação.

2.6 Soldagem por resistência - Princípio de operação

A soldagem é uma atividade que combina grandes exigências de força muscular e exigências de precisão manual. O trabalho tem um caráter estático. O soldador deve dedicar-se exclusivamente a sua tarefa. O ambiente é habitualmente hostil, constituído pela combinação de exposição a graus de ruído e fumos. Para a qualidade do ponto de solda, necessita-se da quantidade de calor a ser liberada na soldagem, da somatória das resistências, intensidade da corrente e do tempo de passagem da corrente. Mas, para se obter um bom nível na qualidade da solda a ponto, devem-se ter alguns cuidados na execução, como o desalinhamento dos eletrodos fora de centro e não paralelos, pois provocam deformações na chapa e furos nas soldas. O excesso de centelhamento se dá devido à baixa pressão, fuga de corrente, chapas não acostadas, eletrodos não perpendiculares em relação às chapas, provocando furos nas chapas, pontos fracos, risco de corte no manuseio e deformação das chapas.

O processo de soldagem a ponto é um dos processos de soldagem por resistência elétrica. Na soldagem por resistência elétrica, as peças a serem soldadas são pressionadas uma contra a outra, por meio de eletrodos não consumíveis, fazendo passar por estes uma alta corrente, que ocasiona, segundo a lei de Joule (WAINER et al 1992) conforme formula 1 abaixo, uma quantidade de calor proporcional ao tempo, resistência elétrica e intensidade de corrente, que deverá ser suficiente para permitir que a região de contato entre as peças a serem soldadas atinja o ponto de fusão. A temperatura atingida deve ser tal que haja, pelo menos, fusão incipiente, mas que não seja capaz de forçar saída de material fundido na região da solda.

As elevações e quedas de temperatura devem ser suficientemente rápidas para que o processo seja comercialmente viável, mas de tal sorte que não se tenha solda inconsistente e nem frágeis.

$$\text{Formula 1 : } (Q = K.R.I^2 .t), (1)$$

3.0 COLETA DE DADOS – REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

As atividades do experimento iniciaram-se com a observação dos postos de trabalho, avaliando-se no primeiro momento os aspectos ergonômico, fixando-se como foco principal os esforços realizados e a postura mantida pelos operadores no transcorrer de suas atividades. Utilizou-se para esta análise crítica, filmagens e fotos das diversas posturas, bem como a pesagem das peças manuseadas e a mensuração dos esforços realizados.

Para a coleta dos dados também utilizou-se um *check-list* que demonstrou e registrou todas as atividades, possibilitando a avaliação das boas e más posturas, tendo também contabilizado os esforços ao registrar os dados necessários a tarefa prescrita.

Descreve-se a forma de cálculo da avaliação final dos postos, demonstrando os resultados das avaliações ergonômicas antes das modificações e detalhou-se cada problema em cada posto, apontando as dificuldades e correlacionando causas e em um segundo momento, sugerindo modificações de caráter corretivo.

Procuramos também explicitar a forma de avaliação da produtividade utilizada pela empresa, extraindo dados nas condições atuais de cada posto de trabalho. Foram observado: os tempos de ciclo do processo, o conceito de produtividade utilizado, os valores encontrados em cada posto através das medições de tempo e métodos de avaliação da produtividade, todos esses fatores foram considerados à luz do sistema implantado pela empresa.

Detalhou-se também de forma conceitual a qualidade através do método de medição aplicado pela empresa. Sendo considerado os seguintes fatores: o conceito de soldagem, o método seqüencial de avaliação do nível de qualidade de um produto soldado e o equipamento utilizado para realizar estes testes e características que devem ser controladas. Foram obtidos dados de satisfação do cliente através de indicadores de medição.

As variáveis controláveis estão aqui destacadas individualmente, e há um posicionamento de como cada variável foi controlada.

Para conhecer de forma simples e objetiva o maior número de informações sobre as pessoas, aplicou-se um instrumento de pesquisa para todos os

colaboradores da empresa em análise, na área do Berço do Motor, onde é detalhada desde o perfil do colaborador, sua característica física, seus relacionamentos interpessoais, bem como as características mais técnicas dos postos de trabalho e de sua organização.

Os resultados obtidos, as comparações realizadas com os dados antes das modificações, e a realização de uma nova pesquisa com os colaboradores, caracterizam de uma forma ampla o trabalho realizado deixando evidente e transparente a importância do método utilizado.

Também se utilizou o modelo do cubo (LARING, 2004) aplicado a dois postos de trabalho, especificamente para análise do método e sua aplicabilidade prática como ferramenta útil na avaliação e adequabilidade de um posto de trabalho, tanto do ponto de vista da ergonomia como do sistemas de produção, propiciando ao ergonomista uma forma clara de análise das causas e facilitando as tomadas de ações.

Assim neste item descrevemos quais fatores e subfatores levar em consideração, suas variáveis e definições dos parâmetros de cálculo bem como a forma de aplicação da ferramenta, facilitando a compreensão da inter-relação dos fatores ergonomia, produtividade e qualidade.

3.1 Descrições dos postos

Fase I – Coleta dos dados

Observação prévia de todas as tarefas, com identificação dos movimentos e esforços exigidos, equipamentos e materiais envolvidos, posturas adotadas, conteúdo das tarefas, bem como a coleta de dados junto aos funcionários nos seus postos de trabalho, para registros das principais dificuldades de cada tarefa e queixas mais frequentes.

A avaliação foi realizado em 18 postos manuais de solda ponto do berço do motor, considerando os itens **esforço e postura** em cada posto de trabalho individualmente.

3.1.1 ANÁLISE DESCRITIVA DAS AÇÕES A SEREM EFETUADAS

Foram utilizados uma filmadora e uma maquina fotográfica digital para registro das diversas posturas críticas e descrição detalhada de todas as tarefas, de todas as funções. Essa técnica é utilizada para observação das posturas e a decomposição dos movimentos realizados.

Foram também verificadas todas as documentações dos postos e seus padrões operacionais, ou seja, a maneira e a seqüência de realização do trabalho, tendo sido observado, no mínimo, dez ciclos continuados, antes de iniciar a realização das avaliações das posturas.

As alturas dos operadores, bem como as medidas dos meios de fabricação e postos de produção, foram medidas, assim como todos os deslocamentos foram contados a quantidade de passos realizada pelo operador do posto.

Foi feita a pesagem de todas as peças utilizadas pelos operadores de cada posto.

Mediram-se todos os esforços realizados em cada movimento de cada operador na realização das atividades, tendo sido realizado e aplicado a pesquisa de avaliação quantitativa.

Os trabalhadores foram envolvidos através das entrevistas e questionários, no sentido de identificar desconforto, dores específicas e possíveis sugestões para melhorar as condições ergonômicas do trabalho.

3.1.2 CHECK LIST - LEVANTAMENTO DOS ASPECTOS ERGONÔMICOS

Utilizou-se o check list para a avaliação das diversas posturas nos postos de trabalho. Trata-se de um roteiro objetivo aplicado pelos ergonomistas, conseguindo-se uma avaliação global dos postos de trabalho com as mais variadas posturas, possibilitando a quantificação do risco.

Na análise, procura-se levar em consideração quatro aspectos básicos para as atividades realizadas nos postos de trabalho:

Esforços, tempo e duração : procura-se analisar o tempo do ciclo executado, a repetitividade da operação, a partir da observação dos golpes repetitivos com a palma da mão, contato com superfícies agressivas muito pequenas ou com transporte de cargas pesadas;

Posturas críticas: caracterizam-se pelas possíveis flexões dos cotovelos para frente, extensão máximas para trás, elevações repetitivas dos membros superiores acima do coração, flexões do punho e número de rotações do ante braço e dos punhos.

As concepções e adaptações das ferramentas manuais: verificaram-se as pegas nas ferramentas e as posições desfavoráveis assim como foi feita a análise dos desenhos das ferramentas, diâmetro das zonas de pegas e peso dos mesmos devendo ser observando se há impacto quando da utilização ou se há vibração.

Gestos: são observados nas operações os gestos que possuem ou trazem risco na sua execução, tanto para o operador no que tange à saúde ou para o produto que está sendo processado, risco de danificar a peça. Se a execução da operação é visível ou é às cegas (operação executada sem possibilidade de visualização).

3.1.3 DADOS DOS ASPECTOS ERGONÔMICOS ANTES DAS MODIFICAÇÕES

Fase II – Levantamento e análise dos dados

Os levantamentos preliminares dos dados obtidos estão descritos no quadro 8 a seguir, onde foram avaliados e relacionados em cada posto de trabalho da área do berço do motor. Para cada posto de trabalho obtiveram-se valores de esforço e posturas, tendo sido analisadas as causas que resultaram nesta avaliação, ou seja, na descrição dos elementos de restrições dos postos de trabalho que contribuíram para o resultado final.

Dos 18 postos avaliados, foram encontrados 13 postos críticos em postura e esforço, portanto cotação vermelha na avaliação final.

Em posturas, os membros superiores foram os mais afetados em um total de 8 postos em 13, tendo como resultado de avaliação um escore de 5 máximo, sendo que os demais obtiveram avaliação menos penalizante, porém também crítica, com um

escore de 4, ficando a altura dos ombros nos membros superiores os mais afetados, perfazendo 44% do total dos postos avaliados, enquanto que a inclinação do tronco estava presente em 17% dos postos avaliados.

As avaliações críticas sobre mãos e punhos estavam presentes em 11% dos casos nos demais postos de trabalho. Somente 1 posto em que a cotação encontrava-se em postura com restrições, recebendo cotação amarela.

Em 22% dos casos dos postos avaliados, a postura estava dentro do que se chamavam postos verdes, que não causam risco de saúde ao trabalhador na execução das suas atividades.

Para o quesito força, também foram avaliados todos os 18 postos de trabalho, sendo que dos 13 postos avaliados como críticos, foram 6 postos que obtiveram o escore máximo 5. Nos 13 postos avaliados, a movimentação das pinças durante a execução das atividades, ou seja, a manipulação das pinças na soldagem dos pontos em 7 postos, caracterizaram-se na maior penalidade devido aos seus esforços nos deslocamentos dentro dos trilhos, perfazendo um total de 39% do total dos postos cotados em esforço. As cotações de pegadas das peças, ou seja, o esforço na manipulação das peças, seja ao retirar a peça dos postos de trabalho, movimentando entre os postos ou colocando nos postos as peças ou subconjunto, perfaz um total de 22% do total dos postos avaliados.

O esforço para a movimentação da talha de forma manual com o subconjunto do berço do motor, avaliado de forma crítica, perfaz um total de 11% do total dos postos, e o peso para girar o dispositivo de soldagem das peças de forma manual ficaram com 5% dos totais dos casos.

Estes foram os resultados encontrados na avaliação ergonômica dos postos e que serviram de base para toda a execução dos trabalhos de melhorias ergonômicas.

Todas as avaliações e condições dos postos encontram-se no quadro 8 abaixo e em fotos nos anexos.

Relação dos postos		Criticidade dos Postos		
		Postura	Força	Causas
1	203	5	4	Altura dos ombros e esforço excessivo para deslocamento da pinça
2	204	4	4	Altura dos ombros e esforço excessivo para deslocamento da pinça
3	205	3	3	
4	206	3	3	
5	207	3	3	
6	210	3	3	
7	208	5	4	Altura dos ombros e esforço excessivo para deslocamento da pinça.
8	209	5	4	Altura dos ombros e esforço excessivo para deslocamento da pinça.
9	211	4	5	Altura dos ombros, inclinação de tronco e esforço excessivo para deslocamento de pinça.
10	214-2	4	4	Inclinação de punhos e tronco. Manipulação de peças pegas e colocação.
11	214-1	3	4	Deslocamento de pinças e manipulação de peça subconjunto semi-acabada.
12	213-2	4	5	Posicionamento do ombro. Deslocamento de pinças e manipulação de peça subconjunto semi-acabada.
13	212	5	4	Inclinação de punhos e altura de ombro. Manipulação de peças subconjunto semi-acabado.
14	213-1	4	4	Inclinação de punhos e tronco. Manipulação de peças pegas e colocação.
15	215	5	5	Altura das mãos e braços. Deslocamento de talha manual com esforço de puxar e empurrar e manipulação de subconjunto semi-acabado.
16	217	5	5	Altura das mãos e braços. Deslocamento de talha manual com esforço de puxar e empurrar e manipulação de subconjunto semi-acabado.
17	216	5	5	Posicionamento do ombro. Deslocamento de pinças e manipulação de peça subconjunto semi-acabada.
18	221	5	5	Altura das mãos e inclinação de tronco. Manipulação de subconjunto semi-acabado e giro de dispositivo de produção.

Quadro 8 - Avaliação inicial dos postos

3.2 Dados da produtividade antes das modificações

3.2.1 CÁLCULO DA PRODUTIVIDADE DA EMPRESA

A definição utilizada pela empresa para cálculo da produtividade, busca a quantidade de peças produzidas no mês, dia ou hora, medidas através do tempo de ciclo pelo setor de métodos e tempos. Divide-se pela quantidade de operadores utilizados para produzir um determinado volume de peças, multiplicando-se pela quantidade de horas gastas por estes mesmos homens.

A cadência máxima, ou seja, o volume máximo a ser produzido em uma hora ou em um dia de trabalho é determinado pelo tempo de ciclo do posto gargalo do processo, sendo esse o que possui o maior tempo de ciclo de todos os postos do processo, portanto o posto que restringe todo o volume a ser produzido neste tipo de peça da área.

Para o aumentar a produtividade, há duas maneiras clássicas: reduzir o tempo de ciclo do posto gargalo, ou seja, aumentar o volume de peças hora e por consequência, por dia; ou reduzir as perdas de eficiência nos demais postos, principalmente nos que possuem baixo engajamento (perdas operacionais por esperas), problemas mecânicos, elétricos, problemas de qualidades ou tempos disponíveis, reduzindo, assim, o número de postos de trabalho à área em questão, a partir dos tempos do posto gargalo.

3.2.2 DADOS DE PRODUTIVIDADE ANTES DAS MODIFICAÇÕES

Os dados levantados para o cálculo de produtividade foram os tempos de ciclo medidos em todos os postos de solda a ponto manual com cronômetro digital com escala 1/100 seg. em cada operação foram medidos 10 tempos consecutivos. Dos 18 postos em questão, quatro deles possuíam boas condições de trabalho, onde foram mantidas as mesmas condições, ou seja, não foram foco das modificações de melhoria e os demais postos medidos demonstraram um

desbalanceamento entre os postos muito grandes conforme demonstrado no quadro 9 abaixo. Os postos de trabalho 203, 205, 206, 207 e 210 possuem tempos abaixo de um minuto, ou seja, estavam entre 55 a 100 cmin. Os postos 204, 208, 209, 211, 213-1, 213-2, 214-1, 214-2, 215, 221 e 216 possuíam tempos acima de um minuto, estavam entre 109 a 128 cmin.

Os postos gargalos que restringiam toda a produção eram os postos 212 e 213-1 com tempo respectivo de 130 e 131 cmin.

Na operação 209 havia muitos deslocamentos, muitas pegas e uma pinça a mais para dar um único ponto.

Para as operações 212 e 213-1 essas eram realizadas de forma manual e com grande esforço físico para o giro do dispositivo na realização dos pontos de solda na peça, com deslocamento excessivo para pegas e depósitos das peças e sub-conjuntos nos postos anteriores e seguintes.

Nos postos seguintes 213-2, 214-1 e 214-2 estes postos além de possuírem pesos nos deslocamentos laterais das pinças, sendo que o dispositivo na posição vertical é estático, o operador necessita levantar a pinça na altura da peça acima de seus ombros para dar os pontos na parte superior e baixar-se para dar os pontos na parte inferior da peça, deixando o operador com postura de forma curvada.

Deslocamento para depósito da peça em um estoque intermediário fixo para o posto 217. Nos postos 215 e 217 existem uma interação do operador com uma máquina automática e soldagem a ponto manual.

No posto 217 o operador retira uma peça com uma talha manual e alimenta o posto 215. Logo após retorna manualmente com a talha até o início do posto 217 e desloca-se 15 passos, pegando uma peça do estoque intermediário entre as operações 214-2 e 217 e alimentando com a peça na talha novamente. Desloca-se puxando a talha manualmente sobre uma puncionadeira, máquina que realiza todas as furações no berço do motor, baixando a peça sobre a puncionadeira, retirando a talha e acionando a máquina para realizar as furações de forma automática. Enquanto a peça é furada na puncionadeira o operador desloca-se até a operação 215 e realiza a montagem e soldagem da peça anterior.

A produção máxima durante um turno de trabalho neste posto não passa de 360 peças dia e nos postos gargalos de 316 a 318 peças dia.

É necessária atenção máxima do operador no tempo de ciclo, com ritmo em torno de 100% e com observação constante da supervisão na área para que a produção sai de forma normal.

Item	Operação	Tempo (cmin) 06	Qtidade pçs dia
1	203	89	465
2	204	123	337
3	205	100	414
	Cordão		
	206		
	207		
6	208	124	334
7	209	128	323
8	210	65	637
9	211	128	323
10	212	130	318
11	213-1	131	316
	Controle 213-1	120,75	0
	213-2	123	337
13	214-1	120	345
14	214-2	110	376
15	Parafuso 215	10,35	4000
16	217 poncionesse		
17	216	128	323
18	221 – Chispa	118,65	349
	221 – Inspeção	111,7	371
		1975,45	

Quadro 9 - Descrição dos tempos de ciclo antes das modificações

3.3 Levantamento da qualidade antes das modificações

3.3.1 CÁLCULO DA QUALIDADE UTILIZADO PELA EM EMPRESA

A qualidade do processo da empresa é medida pela quantidade de peças defeituosas do processo, produzidas no dia, na semana, no mês ou no ano, multiplicada por um milhão e dividida pela quantidade de peças ou produtos produzidos neste mesmo período.

Os dados de qualidade são dados oficiais da empresa, verificados e acompanhados diariamente nos processos internos e no cliente.

Cada ocorrência é tratada de forma única, com análises das causas e planos de ações para eliminação das ocorrências.

3.3.2. DESCRIÇÃO DO TESTE DE AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE QUALIDADE

Teste destrutivo

Tipo de equipamentos utilizados para realização dos testes:

Uma pinça hidráulica de 200Bar; Um martelo pena de 250g; Uma talhadeira de 250mm de comprimento e 20mm de largura.

O equipamento é composto de uma pinça hidráulica (cyborg) com capacidade de esforço para arrancamento de 18 TON nas garras e uma unidade hidráulica de 200 BAR com condições de romper chapas soldadas de até 500 MPA de limite de escoamento. Um martelo de pena de 200g e uma talhadeira de 250 mm de comprimento e 20 mm de largura na face cortante.

Nas regras para o teste em uma fábrica com solda ponto manual, o teste destrutivo é definido com uma frequência que pode ser diário, semanal ou mensal sobre uma peça completa. Este frequencial de controle do produto é definido em função dos resultados de qualidade, ou seja:

Ele é realizado diariamente a partir do momento em que o produto entra em produção e não se tenha um histórico.

Se somente 0,5 % dos pontos estiverem fora das especificações desejadas, depois do produto estar há mais de 6 meses em produção, pode-se mudar o freqüencial para semanal;

Se somente 0,3% dos pontos estiverem fora das especificações após 6 meses a partir da mudança para semanal, passa-se para um freqüencial mensal;

Análise do nível de qualidade dos pontos de solda: **antes** do teste destrutivo analisa-se os pontos de solda, verificando-se a tensão, o aspecto e o posicionamento;

Tensão: verifica-se a tensão exercida entre as chapas em função da soldagem e observa-se a condição de acostagem das chapas, ou seja, se uma chapa esta bem posicionada sobre a outra em região onde devem se sobrepor e tenham pontos de solda com bom nível de perpendicularidade;

Aspecto dos pontos de solda: verificam-se os possíveis defeitos ou seja, se há furos no centro do ponto de fusão da soldagem, rebarbas nas bordas no ponto de fusão, deformação nas chapas envolta do ponto de fusão, aspecto esbranquiçado na região da possa de fusão;

Posicionamento do ponto de solda verificando se sua localização está correta conforme definição de projeto do produto, se não há ponto de solda ausente ou sobre borda, ou seja, ponto posicionado em uma chapa na situação correta e na outra na extremidade da chapa, ocasionando soldagem de somente a metade de ponto.

Realização do teste: Este controle chamado de “teste destrutivo” consiste em introduzir a ponta da pinça entre duas chapas soldadas próximas a um ponto de solda ou entre intervalos de pontos soldados, acionando-se a abertura das pontas das pinças onde as mesmas abrem as duas chapas, forçando a ruptura dos pontos de solda. Esta ação é realizada em todos os pontos de solda da peça a ser testada. Em locais de difícil acesso das pinças utiliza-se o martelo e talhadeira para realizar uma pré-abertura entre pontos, facilitando a entrada da pinça para realização dos testes.

Análise do nível de qualidade dos pontos de solda **após** teste destrutivo: após a realização do teste, faz-se o tratamento das análises dos pontos de solda,

verificando-se o nível de conformidade de qualidade da fusão entre as chapas soldadas.

Qualidade do nível de fusão do ponto de solda: Verifica-se o nível de arrancamento de cada ponto de solda, ou seja, se cada ponto de solda ao ser aberto contém junto material no ponto de fusão das duas chapas.

Caso as chapas se abram sem arrancamento de material no ponto de fusão, a solda é considerada não conforme nível de qualidade inaceitável.

3.3.3 DADOS DE QUALIDADE ANTES DAS MODIFICAÇÕES.

Os resultados de qualidade nos processos da empresa analisada são medidos em dois indicadores de controle. Destacado no gráfico 1 dados mensais, chamado de “defeitos internos sucatas” refere-se à quantidade de defeitos identificadas no processo de fabricação, peças defeituosas e ou peças retiradas do processo para os testes destrutivos para verificação dos possíveis defeitos de soldagem. Para 2006 e antes das modificações a empresa tinha como meta máxima nas perdas de seu processo 1000ppm (partes por um milhão) de peças produzidas.

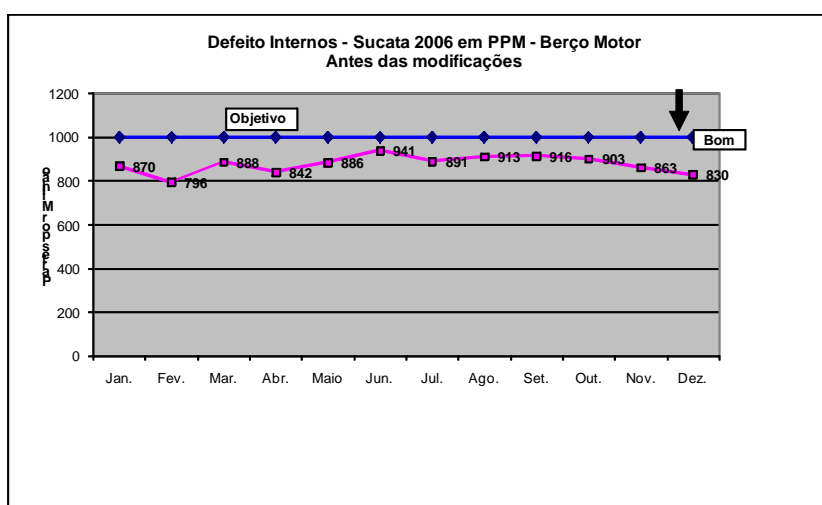


Gráfico 1 - Defeitos de peças internas antes das modificações

Este indicador manteve entre 796 a 941 por mês, perfazendo uma média anual de 830 ppm conforme demonstrado no gráfico 1, ou seja, 170ppm abaixo do objetivo proposto. O nível de qualidade interna demonstrava controle em função do objetivo a ser mantido no ano pela empresa para a área do berço do motor.

O outro indicador de qualidade chamado de “qualidade cliente”, mede a satisfação do cliente. Todas as ocorrências de defeitos no cliente são comunicadas formalmente através de um instrumento de análise, onde devem ser respondidas dentro de 48hs as primeiras etapas da análise do problema. Deverá ser realizada uma verificação de todas as peças no processo interno de fabricação, estocagem e as peças que já estiverem sendo transportadas ao cliente, procurando conter todos os defeitos possíveis. Também é de responsabilidade do fornecedor das peças verificarem todas as peças estocadas no cliente e as que já estiverem em seu processo, garantindo que nenhuma peça defeituosa venha a impactar ou causar problemas nos produtos ou no processo do cliente. Este indicador manteve-se dentro dos objetivos no primeiro semestre de 2006, perfazendo uma média de 29,7 ppm, sendo que a empresa possuía como meta de satisfação do cliente 50ppm (partes por milhão) de peças produzidas.

No segundo semestre este indicador demonstrou um forte impacto nos resultados de qualidade da empresa, saindo de uma média de 29,7 ppm no primeiro semestre conforme gráfico 2, demonstrando os dados obtidos em dois meses 87,6 ppm, e obtendo um resultado global anual de 65,1 ppm, ou seja, 15,1 ppm acima das metas contratualizada com seu cliente.

Este resultado foi impactado devido à 5 ocorrências no cliente, onde um dos defeitos era problema de especificação técnicas do próprio produto, sendo que os outros quatro defeitos resultaram de falhas puramente operacionais, problemas da própria inspeção do trabalho ou das inspeções realizadas no próprio processo da empresa em análise.

Um terceiro indicador de verificação da qualidade do processo é o nível de qualidade de soldagem, medido através de testes de arrancamento da solda. A realização dos testes por arracamento é realizado destruindo uma peça uma vez por semana, sendo seu resultado atual 0,05 ppm (partes por milhão). Sendo baixíssimos números de ocorrências por problemas de má qualidade de fusão de solda, demonstrando uma boa maturidade do processo.

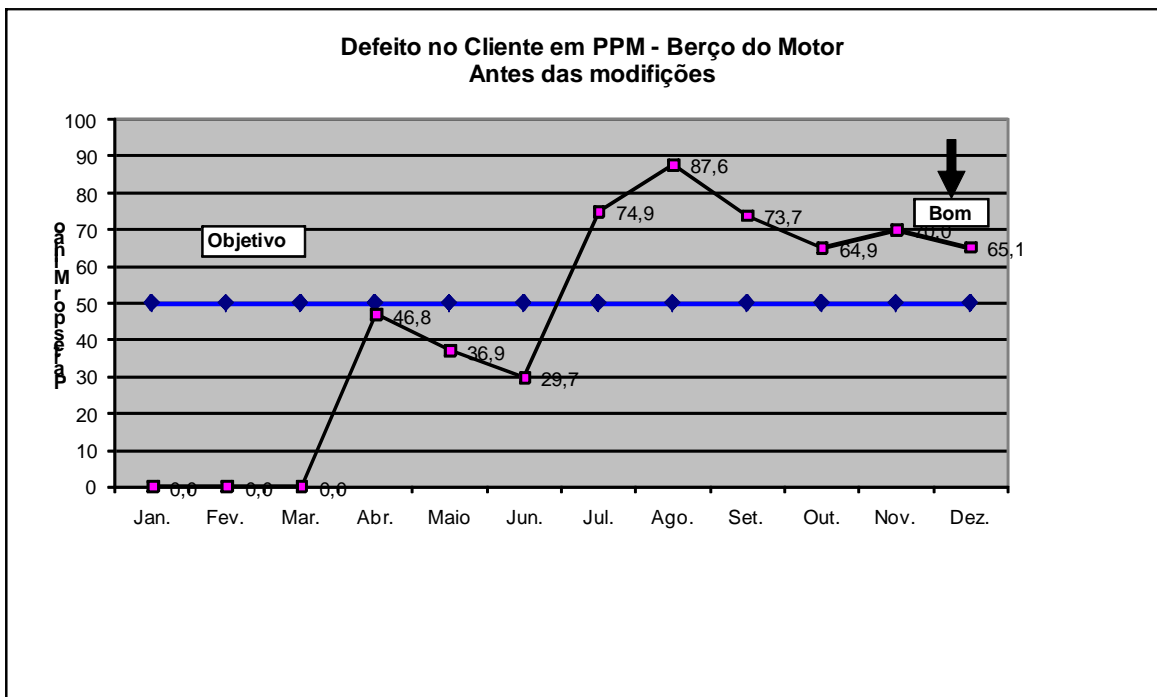


Gráfico 2 - Defeitos peças no cliente antes das modificações

Estes itens eram critérios de observação do trabalho proposto, a partir das modificações do processo de fabricação para as melhorias ergonômicas.

3.4 Descrição das propostas de modificação

Foram realizados os estudos ergonômicos, conhecendo-se a situação de todos os postos de trabalho pelas equipes técnicas da engenharia, manutenção e fabricação, onde propuseram diversas ações e onde foram estimadas cotações a serem alcançadas com as modificações nos postos em questão. Estas propostas estão descritas (em vermelho) no quadro 10 abaixo, comparativamente à situação anterior, do quadro 8.

Relação dos postos		Situação Inicial		Situação Proposta		Ações
		Postura	Força	Postura	Força	
2	204	4	4	3	3	Eliminar uma pinça X de soldagem e nivelar os trilhos de movimentação da pinça C.
3 a 5	205 206 207	3	3	3	3	Manter a mesma situação.
6	208	5	4	3	4	Baixar o dispositivo de fabricação e nivelar os trilhos das pinças de soldagem do posto.
7	209	5	4	3	4	Baixar o dispositivo de fabricação e nivelar os trilhos das pinças de soldagem do posto. Eliminar uma pinça aproximar caixas das peças.
8	210	3	3	3	3	Manter mesma situação.
9	211	4	5	3	3	Levantar transportadores de peças, colocando na altura de posicionamento normal e nivelar os trilhos. Baixar dispositivo.
10	212	5	4	4	4	Baixar posto. Nivelar trilhos.
11	213-1	4	4	3	4	Instalar pinça X. Baixar posto.
12	214-2	4	4	3	4	Instalar sistema de movimentação e regulagem de altura no dispositivo.
13	214-1	3	4	3	4	Manter.
14	213-2	4	5	3	4	Instalar sistema de movimentação e regulagem de altura do dispositivo.
15 a 16	215 217	5	5	4	4	Automatizar operação da puncionadeira junto com a talha para colocação das pçs no posto. Habilitar sistema de fechamento automático. Alavanca de reação da apertadeira. Aumentar altura das pegas das pçs e aproximá-las.
17	216	5	5	3	5	Instalar sistema de movimentação do dispositivo. Alterar ângulo do dispositivo.
18	221	5	5	4	4	Instalar sistema de transporte e giro da peça para o oleamento.

Quadro 10 - Proposta de adequação ergonômica

3.5 Variáveis controláveis e como foram controladas

3.5.1 REGULAÇÃO

Um dos critérios considerados dentro da avaliação ergonômica do método utilizado também considerado é a regulação, ou seja, é a avaliação do grau de flexibilidade ou rigidez temporária no desenvolvimento de uma operação realizada pelo operador. Se o objetivo procurado está na redução da variabilidade industrial e notadamente nos elementos que causam paradas no sistema de produção, este jamais serão atendido plenamente.

O critério de regulação medido é colocado ao operador controlar os elementos de variabilidade industrial, que são:

- Gestão das diversidades;

- As evoluções dos programas de produção;

- A gestão dos pequenos problemas e/ou os disfuncionamentos em termos de ferramentas, de produto etc.

O estado de regulação não foi considerado na avaliação dos postos, pois o produto em questão não possui diversidade, as variabilidades da produção foram mantidas constantes e os disfuncionamentos mantidos dentro das condições normais, ou seja, os abastecimentos da linha com peças foram constantes, sem faltas de peças, e os problemas de quebras de equipamentos, mantiveram-se dentro dos 4% de paradas previstas no mês.

3.5.2 COMPLEXIDADE

A avaliação da complexidade das tarefas também previstas no modelo de avaliação ergonômica utilizado identifica os elementos na situação de trabalho que chegam para os operadores e são colocados no processo como tratamento de informações e memorização das mesmas que são traduzidas por decisões e ações.

De acordo com o critério de complexidade, a quantidade, a natureza e a diversidade das informações a serem tratadas não são excessivamente incômodas para o operador caso permitam cumprir as tarefas com o máximo de eficiência dentro do tempo de ciclo dado. A medição da complexidade é intrínseca ao posto de trabalho, independente da destreza e da habilidade adquirida pelo operador.

Assim sendo, a complexidade também não foi considerada dentro da avaliação ergonômica dos postos de trabalho, pois são atividades relativamente simples e repetitivas sem variabilidade no produto a ser produzido. As informações relativas às operações são de volume, no qual não havia relativas alterações mensais, ou seja, as informações são consideradas normais e constantes.

3.5.3 ANÁLISES DO AMBIENTE DE TRABALHO

Dentre as avaliações dos riscos no ambiente de trabalho, estão as avaliações dos níveis de ruído e iluminação. Para o trabalho em questão, cada variável foi isolada e não houve alteração para não haver a interferência no resultado antes ou após as modificações.

Foram extraídos resultados da avaliação da PPRA (programa de prevenção de riscos ambientais) da empresa em análise com documento oficial, avaliação essa realizada pelo técnico de segurança do trabalho no ano de 2005, submetida a uma reavaliação no ano de 2007.

Condições de avaliação:

Avaliação realizada nos dias 14 e 15 de março de 2005, reavaliada em 21 e 22 de fevereiro de 2007 em dias claros com temperatura média de 28°C e umidade relativa do ar de 72%.

3.5.4 ANALISE DO NÍVEL DE ILUMINAMENTO

As medidas dos níveis de iluminação foram realizadas no campo de trabalho, ou seja, no meio dos postos de trabalho no setor de Montagem do Berço Motor e a uma altura de 0,75 metros.

O equipamento utilizado, um luxímetro digital marca INSTRUTERM modelo LD-204.

Os valores medidos foram comparados a NBR 5413 – iluminância de interiores.

A escolha do valor mínimo levou em consideração:

- a) se o trabalho visual é crítico;
- b) se os erros são de difícil correção;
- c) se a alta produtividade ou a precisão é de grande importância;
- d) se a tarefa se apresenta com refletância e contrastes bastantes baixos.

O nível de medição do iluminamento da área de soldagem do Berço do Motor está descrito no quadro 11 abaixo, foram mantidos durante o experimento de forma constante e sem alterações.

LOCAL	ILUMINAÇÃO – LUX		NBR – 5412	LAN – Luz Artificial e Natural
	DIA	NOITE		
Posto 203	0710	0170	300	LAN
Posto 204	0660	0070	300	LAN
Posto 205/06	0420	0080	300	LAN
Posto 207	0460	0090	300	LAN
Posto 208	0620	0140	300	LAN
Posto 209	1400	0180	300	LAN
Posto 210	0720	0160	300	LAN
Posto 211	0470	0100	300	LAN
Posto 212	0410	0110	300	LAN
Posto 231-1	0330	0100	300	LAN
Posto 213-2	0380	0090	300	LAN
Posto 214-1	0250	0090	300	LAN
Posto 214-2	0400	0140	300	LAN
Posto 215	0590	0110	300	LAN
Posto 216	0610	0170	300	LAN
Posto 217	0580	0100	300	LAN
Posto 221	0980	0150	300	LAN

Quadro 11 - Índice de iluminamento

3.5.5 NÍVEL DE RUÍDO

Metodologia adotada conforme LT – NR 15, que define o máximo de 85 dB(A) para uma dose de 8 horas de exposição.

O agente identificado é um ruído contínuo proveniente dos equipamentos dos postos de solda manual, tornando uma exposição dos operadores habitual e contínua. O valor obtido está acima do Limite de Tolerância, 95 dB (A), devendo

manter-se o Programa de Conservação Auditiva (PCA), ou seja, o uso contínuo de protetores auricular, como orientação.

Esta disposição já é uma orientação da empresa para qualquer funcionário contratado e realização de treinamento e orientações anualmente.

Os níveis de ruído foram mantidos os mesmos durante o período de experimento.

3.6 Instrumento de pesquisa aplicado.

O instrumento de pesquisa aplicada **em anexo no apêndice 1**, utilizado como um instrumento de coleta de dados dos aspectos ergonômicos, saúde e segurança utilizado pela empresa, onde esta ferramenta procura extrair de forma simples e objetiva o maior número de informações possíveis do contexto da pessoa e do ambiente de trabalho em que estão envolvidos estes operários, e de forma sigilosa, ou seja, sem descrição do nome da pessoa que está respondendo.

Traz consigo uma contextualização de fácil interpretação por parte do trabalhador das questões colocadas no formulário.

3.6.1 APLICAÇÃO DA PESQUISA ANTES DAS MODIFICAÇÕES

O instrumento de pesquisa foi apresentado na empresa a todos os operadores da área do berço do motor, separados em turmas de cinco em cinco, durante o seu horário de trabalho em uma sala em ambiente coletivo, onde explicada a finalidade do instrumento, seus objetivos e como deveriam ser respondidos.

Repassado item a item, retirando as dúvidas das questões colocadas, falou-se da sua sigilosidade e da preservação das respostas sem identificação da pessoa a que se está respondendo.

Cada formulário foi entregue dentro de um envelope, onde cada trabalhador responderia em sua própria casa, em horário mais conveniente. Então lacraria o

envelope e entregaria na empresa a ao responsável por seu setor. Todo envelope violado foi desconsiderado.

A pesquisa procura extrair o perfil dos colaboradores, descrevendo as faixas de idades, seus níveis de escolaridade e outras questões colocadas como a “mão utilizada com mais perfeição”, onde demonstra a mão mais utilizada nas atividades. Levanta também se os operadores realizavam outras atividades fora da empresa durante seus horários de folga e o tempo de permanência de empresa. Em outra parte da pesquisa verifica-se as características físicas dos operadores onde se descreve suas complexidades físicas, suas alturas, peso da população avaliada e outras características como quando perguntados sobre a postura em que normalmente dormiam.

Também na pesquisa questiona-se as atividades físicas durante suas horas de descanso, questão relacionada às atividades físicas realizadas na empresa, ou seja, à ginástica laboral (ginástica de alongamento).

Outras questões que também são extraídas na pesquisa estão relacionadas às características físicas das regiões onde são acometidos de dores, analisa-se por seguimento corporal, observa-se punho, ombro e regiões associados à região lombar.

Também procura-se entender o relacionamento interpessoal dos colaboradores focando a comunicação entre as pessoas, suas autonomias na realização das atividades e organização do trabalho. Procura-se verificar as características dos postos de trabalho, suas condições, ambiente físico em relação à temperatura, ruído, iluminação e às vibrações ou choques.

Procura-se solicitar a descrição dos fatores ergonômicos que mais impactam a realização do trabalho, ou seja, se em pé, inclinado, indiferente a postura que mais adotam o que acham desconfortáveis. As questões de responsabilidade também interferem na fadiga (tensão), e isto é solicitado relato, bem como a sua variabilidade e se oferecem margens de erro.

3.7 Modificação dos Postos de trabalho

Todas as alterações realizadas nos postos de trabalho foram durante o período de paralisação da empresa, ou seja, durante período de férias coletivas onde facilitou as modificações. Um grupo de seis operadores participou em todo o tempo das modificações e realizaram os primeiros testes nos meios de fabricação modificados.

No posto 203 eliminou-se uma pinça manual tipo C modificando a seqüência dos pontos de soldagem, utilizando-se somente uma pinça X, eliminando movimentos de soltar uma pinça e pegar a outra. Troca e realinhamento dos trilhões de movimentação da pinça tipo X eliminando o esforço.

No posto 204 eliminou-se uma pinça tipo X, foi feito o reposicionamento de pontos de solda, troca e realinhamento dos trilhos de movimentação.

Nos postos 205,206 e 207, foi feito o reposicionamento dos cabides de alimentação das peças e a modificação da prensa para realizar em uma única prensagem as duas operações existe, modificação essa focada exclusivamente em produtividade.

No posto 208 foi baixado o dispositivo de fabricação e nivelado os trilhos das pinças de soldagem do posto, eliminando o posicionamento de braço acima do peito.

No posto 209 também foi baixado o dispositivo de fabricação para reposicionar os braços no nível do peito e nivelado os trilhos das pinças de soldagem do posto reduzindo o esforço.

Foi eliminada uma pinça e aproximado peças em volta do operador diminuindo movimentos de deslocamento, passos e reduzindo braços esticados para pegadas das peças e deslocamentos, passos.

No posto 210 foram aproximadas as caixas com as peças no posto facilitando as pegadas das peças pelo operador e eliminando deslocamentos desnecessários.

No posto 211 foi levantado transportador de peças, colocando na altura de posicionamento normal e nivelado os trilhos. Também foi baixado o dispositivo em 150 milímetros, adequando à altura dos operadores.

No posto 212 foram baixados postos em 150 milímetros, nivelado trilhos e automatizado o giro do dispositivo, eliminando giro manual.

No Posto 213-1 foram trocadas as pinças C por uma pinça X e reposicionado pontos. Baixado posto 200 milímetros adequando a altura dos operadores.

No Posto 214-2 foi instalado um sistema de movimentação e regulação de altura no dispositivo para adequar-se conforme estatura do operador e posicionamento da pinça.

No posto 213-2 foram realizadas as mesmas alterações acima.

No posto 215 e 217 foi automatizada uma operação da punctionadeira em conjunto com a talha de transporte da peça, eliminado os diversos deslocamentos do operador, mais ou menos 15 passos. Corrigido medidas do componente de junção do berço, colocando dentro das medidas específicas de projeto, eliminado movimento desnecessário e esforço para encaixa da peça. Habilitado o sistema de fechamento automático por alavanca de reação da apertadeira.

No posto 216 foi instalado sistema de movimentação do dispositivo eliminando deslocamento e esforço do operador. Alterado ângulo do dispositivo facilitando fechamento e eliminando a ação de martelo da mão do operador.

No posto 221 foi instalado sistema de transporte e giro da peça para o oleamento, eliminando posturas inadequadas, ou seja, curvatura do tronco quando da aplicação de óleo nas peças. Colocação da peça na altura média antropométrica e facilidade de aplicação do óleo simplesmente girando a peças com a mão esquerda e aplicação do óleo com a mão direita.

3.8 Aplicação do Modelo Cubo

Buscando analisar, a inter-relação dos três fatores, ergonomia, produtividade e qualidade, esta atividade teve como finalidade aplicar o método do cubo descrito para análise ergonômica, aplicá-lo na avaliação dos postos de trabalho de solda por resistência manual e verificar a sua aplicabilidade como método de análise de avaliação na inter-relação entre três fatores e analisar seus resultados práticos.

O objetivo foi criar uma ferramenta didática com fins comunicativos que analisa a influencia da ergonomia, baseada em um pré-suposto de que a força aplicada, a

postura e a medidas de tempo (tempo de ciclo) constituem algumas variáveis básicas, prioritárias e relacionadas entre si na maior parte das situações.

Nós adaptamos a ferramenta levando em consideração a força aplicada e os diversos tipos de posturas como fatores ergonômicos, as medidas de tempo, ou seja, considerando o tempo de ciclo como fator de produtividade e incluímos o terceiro fator das variáveis a qualidade, ou seja, a qualidade do produto propriamente dita.

O foco principal desta ferramenta foi analisar a influência do homem sobre os fatores ergonomia, produtividade e qualidade.

Todos os variáveis equipamentos, meios, meio ambientes e processo de produção foram isolados para a utilização desta ferramenta.

Das exigências agrupadas com relação a sua importância, buscamos cada uma das variáveis básicas e agrupamos em três níveis de exigências conforme descreve Vedder (1998 p29.63):

- a) exigências baixas;
- b) exigências médias;
- c) exigências altas.

Nos fatores de classificação das variáveis os autores Jonas (2004) e Vedder (1998) concordam em sua forma de agrupamento.

Como citam os autores, os níveis de exigências podem ser determinados mediante as provas científicas, ou melhor, mediante um enfoque de consenso entre os grupos de usuários.

Estas alternativas não são mutuamente excludentes e diz o autor Vedder (1998, p29.63) que podem produzir resultados similares, mas com distintos graus de generalidade. Como foi dito, as combinações de variáveis básicas determinam em grande parte o nível de risco em relação ao desenvolvimento de problemas musculares e os transtornos traumáticos acumulativos. As variáveis básicas: força, postura e tempo de permanência constituem as variáveis ligadas a ergonomia. Os variáveis tempos de ciclo dentro do especificado, abaixo e acima está ligada a produtividade. As variáveis peças sucatas retrabalhadas e boas são ligadas à qualidade. Para cada combinação de exigência pode-se definir um sub-cubo. O modelo incorpora 27 destes sub-cubos conforme esquema1.

Um aspecto básico do cubo é o grau de aceitação das combinações das exigências. O modelo se propõe a um esquema de classificação dividido em três zonas:

- a) a situação é aceitável;
- b) a situação é condicionalmente aceitável;
- c) a situação é inaceitável.

Cada subcubo pode ter uma textura de cor determinada (por exemplo, verde-amarelo-vermelho). Neste caso a valorização também pode basear-se nos usuários ou nas provas científicas. A zona condicionalmente aceitável (amarela) implica na “existência de um risco ou prejuízo que não se pode ignorar-se para a totalidade ou parte da população de trabalhadores em questão” Vedder et al apud (CEN 1994).O estudo da inter relação entre os fatores ergonomia, produtividade e qualidade tem seus conceitos a seguir.

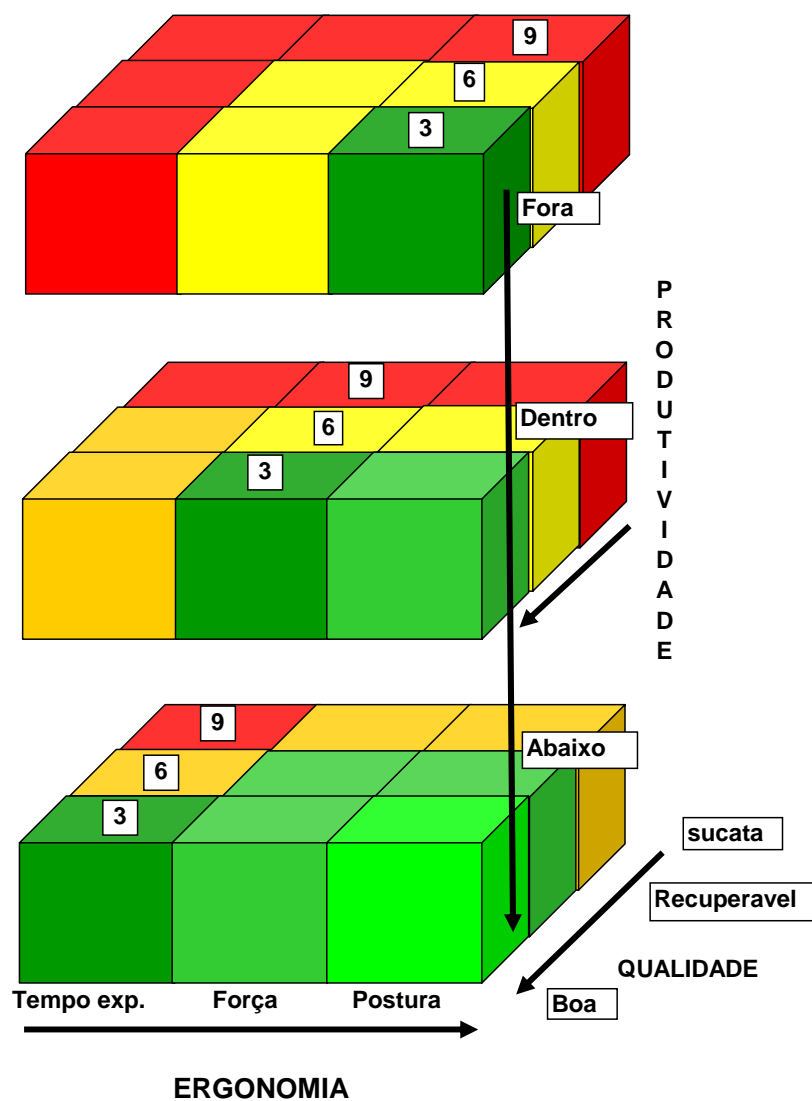


Figura 1 - Modelo cubo

Fonte: O projeto ergonômico dos locais de trabalho, 2004.

3.8.1 ERGONOMIA

Conforme descreve Vedder (1998, p 29.63) e como considerados para as análises dos aspectos ergonômicos defini-se os sub-fatores como:

a) Força - *Exigência de força baixa* corresponde a níveis inferiores a 10% da capacidade máxima de carga voluntária (MVLC), que chega aproximadamente em 1,6kg em zona de trabalho ótima.

Exigência de força alta requer mais de 30% da MLCV, aproximadamente 4,8kg. *Exigência de força moderada* se da entre estes limites.

b) Postura - Tensão postural baixa se produz quando a parte superior do braço esta na altura do tórax e corpo sem inclinação, flexão ou rotação.

Tensão postural alta se produz quando a abdução, extensão ou flexão do ante-braço estiver mais de 45°, corpo com inclinação lateral igual ou maior que 45°, flexão igual ou maior que 70° e rotação igual ou superior a 35°.

Tensão postural moderada se produz quando o ângulo de abdução/flexão ou extensão se encontra entre 15° e 45°, corpo com inclinação lateral de 10° a 44°, flexão de 10° a 69° e rotação de 5° a 34°.

c) Tempo de exposição - *Exigência de tempo baixa* se da quando a manipulação leva menos de uma hora alternadamente em uma jornada de trabalho ou menos de 10 minutos diários de forma continuada.

Exigências de tempo altas se produzem quando a manipulação tem uma duração de mais de quatro horas em uma jornada de trabalho ou durante mais de 30 minutos de forma continuada (suspenso ou repetitivo).

Exigências de tempo médio se produzem quando a exposição fica entre estes limites.

3.8.2 PRODUTIVIDADE

Para a produtividade foram considerados os sub-fatores descritos a baixos.

Abaixo do tempo de ciclo se da quando o tempo de execução esta a baixo do tempo de ciclo gargalo da linha ou fluxo do processo.

Dentro do tempo de ciclo se da quando o tempo de execução é exatamente o tempo de ciclo da linha ou fluxo do processo.

Acima do tempo de ciclo se da quando o tempo de execução esta acima do tempo de ciclo da linha. Não podem estar mais que 20% acima, pois coloca grande ineficiência no processo.

3.8.3 QUALIDADE

Na qualidade os sub-fatores estão descritos como segue.

São consideradas peças boas quando as peças estão dentro das especificações técnicas.

São consideradas peças recuperáveis, quando as peças possuem alguma parte fora das especificações técnicas e podem ser colocadas dentro das especificações com pequenas retrabalhos.

São consideradas peças inaceitáveis, ou seja, sucatas, quando as peças estão fora do especificado tecnicamente e sem possibilidade de recuperação.

3.8.4 FORMA DE CALCULO DO MODELO CUBO

Para Jonas (2004 p 34) descreve que o resultados é o produto de 3 fatores, classificando-os em 3 níveis. Valor abaixo de 6 como aceitável, entre 6 e 9 como condicionalmente aceitável e acima de 9 inaceitável.

Adotou-se a classificação de Jonas (2004) para o produto dos fatores (ergonomia x produtividade x qualidade) e foram classificados em 3 níveis sendo 3 aceitável, 6 como condicionalmente aceitável e 9 inaceitável.

Utilizou-se esta classificação também para todos os sub-fatores extraindo um resultado do produto dos três fatores ergonomia, produtividade e qualidade como segue e mostra os esquemas 2 a baixo.

Aceitável = 9 a 12. Condicionalmente aceitável = de 15 a 24 . Inaceitável = 24 a 27

			Avaliação dos Postos				
3º Estagio	P r o d u t i v i d a d e		9	9	9		
			9	6	6		
			9	6	3		
2º Estagio				9	9	6	
				9	6	3	
				6	3	3	
1º Estagio			Q u a l i d a d e		9	6	6
					6	3	3
					3	3	3
				Ergonomia			
PRODUTO DOS ITENS					27	24	21
					24	15	12
		18			12	9	
				Qualidade			

Figura 2 - Método do Cálculo

O esquema 1 assinala o grau de aceitação das combinações das exigências. Por exemplo, pode se ver que a exigência de tempo de ciclo acima do processo (produtividade) pode combinar-se com exigências de ergonomia menos penalizante, ou seja, postura e força baixas e nível de qualidade boa.

A passagem de inaceitável para aceitável é possível, reduzindo as exigências penalizante em qualquer dimensão, porém a redução do tempo é mais eficaz em muitos casos. Em outras palavras, em algumas ocasiões deverá modificar-se o desenho dos postos de trabalho e em outros, pode resultar em maior eficácia modificar a organização do trabalho ou melhorar a qualidade do produto.

O uso de um grupo com consenso formado por usuários para definir os níveis de exigências e classificações das grades de aceitação pode melhorar consideravelmente o processo de desenho dos postos de trabalho.

3.8.5 VARIÁVEIS ADICIONAIS

Das variáveis básicas, existe uma serie de variáveis e fatores que caracterizam os postos de trabalho do ponto de vista ergonômico, produtividade e qualidade e devem levar em conta, que dependem de condições particulares e da situação que se vai analisar. Entre estas estão:

- As precauções para reduzir o risco de acidente;
- Os fatores ambientais específicos, como o ruído, a iluminação e a ventilação;
- A exposição dos fatores climáticos;
- A exposição à vibração (por sustentar as ferramentas);

3.8.6 DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS DE CÁLCULOS DO MODELO CUBO

Para ERGONOMIA

Força : de 0,0 a 1,6kg = 3,
de 1,7 a 4,7kg = 6
maior que 4,8kg = 9

Postura : Braço altura do tórax e corpo com inclinação lateral ou flexão de 0° a 10° e rotação entre 0° e 4° = 3.

Ângulo de abdução/flexão/extensão do braço entre 15° e 45° e corpo com inclinação lateral entre 10° e 44°, flexão entre 10° e 69° e rotação entre 5° e 34° = 6.

Ângulo de abdução/flexão/extensão do braço superior a 45°, corpo com inclinação lateral igual ou superior a 45°, flexão igual ou superior a 70° e rotação igual ou superior a 35° = 9

Tempo de exposição menos de 1 hora de forma alternada em um dia de trabalho ou menos de 10 min no dia de forma continuada = 3.

No mínimo 1 hora ou no máximo 4 horas dia ou de 11 a 29 minutos no dia de forma continuada = 6.

Mais de quatro horas em uma jornada de trabalho ou de 30 minutos ou mais de forma continuada = 9.

Para a PRODUTIVIDADE

Tempo de ciclo :

Abaixo do tempo de processo : 3; Dentro do tempo de processo : 6

Acima do tempo de processo : 9

Para a QUALIDADE

Peça Boa dentro das especificações: 3; Peça Retrabalhada passível recuperação: 6
; Peça Sucata sem possibilidade de recuperar: 9

OBS: Quando da avaliação de mais itens dentro de um mesmo fator, levar em consideração sempre o item mais penalizante, ou seja, o de maior escore.

Descrição da situação real do trabalho.

Os postos de trabalho eram compostos por pinças elétricas com transformador embutido de solda por resistência a ponto, parafusadeira pneumática manual de torque controlado, com medição diária, com peça soldada de 2,6 Kg. Colocação de peças pequenas variando entre 50 a 300 gramas e do Berço do Motor pesando 14 Kg. As características do ambiente: espaço físico com layout definido, fluxo entre os postos de trabalho definido, possui ruído de 82 db (postos), condições de manipulação de peças de modo manual e lux (nível de iluminação) de 1400 para operação 209 e 590 para a operação 215 sendo que a NBR5412 determina 300.

Tempo de ciclo de processo da linha de 69 segundos.

3.8.7 TAREFA PRESCRITA POSTO 215

Montar 2 espaçadores de torção da travessa de direção, posicionar no dispositivo 2 espaçadores do suporte da bielete direito e esquerdo, montar os 2 suportes da bielina e pegar 4 parafusos pré-montados e montar no 1ª reforço da travessa de Direção. Pegar a peça Berço do Motor ao seu lado e colocar no dispositivo, conforme foto a baixo.



Foto 1- Montagem dos espaçador e bielete

Acionar o comando bi-manual e fechar a gaveta. Posicionar nos 4 parafusos o 2ª reforço da travessa de direção, pegar a parafusadeira e parafusar os 4 parafusos. Fechar o meio de presença da porca e soldar 2 pontos de solda conforme foto a baixo.



Foto 2 - Soldagem de dois pontos

Abrir meio de presença de porca, retirar peça e colocar ao lado no suporte de estoque intermediário, visão detalhado do posto conforme foto a baixo.



Foto 3 - Organização do posto

3.8.7.1 DADOS DE PRODUTIVIDADE POSTO 215

Tempo de Ciclo do Posto : 69 seg. por peça : volume diário de 360 peças por turno de trabalho.

Tempo de ciclo para retirar farpas de solda : 71,19 seg. acima do tempo de processo.

Tempo de Ciclo do Processo : 69 seg. : volume dia 360

3.8.7.2 DADOS ATUAIS DE QUALIDADE POSTO 215

Teste de qualidade - debutonagem (teste de arrancamento) dos pontos de soldagem que é de 0,5 PPM (Partes Por Milhão), ou seja, de 0,5 pontos com problemas de qualidade para cada um milhão de peças produzidas. Retrabalho das farpas metálicas proveniente da soldagem em 100% das peças.

3.8.8 TAREFA PRESCRITA POSTO 209

Posicionar reforço direito e esquerdo. Posicionar longarina direita e suporte da barra estabilizadora no dispositivo, posicionando a articulação direita e esquerda no dispositivo conforme foto abaixo.



Foto 4 - Montagem da longarina

Posicionar a mascara no dispositivo, fechar as serragens manualmente, pegar e puxar pinça X, soldar dois pontos de solda, girar pinça e soldar 17 ponto de solda, soltar pinça X, pegar e puxar pinça J, soldar 1 ponto de solda, soltar pinça J, retirar a mascara, retirar peça do dispositivo, colocar no gancho e colocar no suporte.

3.8.8.1 DADOS DE PRODUTIVIDADE POSTO 209

Tempo de Ciclo do Posto : 76,8 seg. por peça – volume diário de 323 peças por turno de trabalho.

Tempo de ciclo para retirar farpas de solda – 71,19 seg. acima do tempo de processo. Tempo de Ciclo do Processo – 69 seg. – volume dia 360

3.8.8.2 DADOS ATUAIS DE QUALIDADE POSTO 209

Teste de qualidade - debutonagem (teste de arrancamento) dos pontos de soldagem que é de 0,5 PPM (Partes Por Milhão), ou seja, de 0,5 pontos com problemas de qualidade para cada um milhão de peças produzidas.

Retrabalho das farpas metálicas proveniente da soldagem em 100% das peças.

3.8.9 OBSERVAÇÕES E ANÁLISE DOS POSTOS ANTES DAS ALTERAÇÕES

Utilizou-se o método do CUBO adaptado para análise.

O grupo identificou, por consenso limites de cargas altas, moderadas e baixas.

Em uma situação real é necessário fazer concessões de vários tipos, pois existem limitações econômicas, de espaço, etc...

3.8.10 APLICAÇÃO DO MODO DE CÁLCULO

A fim de atender os objetivos do trabalho analisaram-se os postos de trabalho de solda a ponto nas condições atuais para a obtenção dos dados de produtividade (tempo de ciclo), qualidade do produto e ergonomia, e procurou-se adotar os valores estabelecidos para o calculo destes três fatores conforme quadro 12 e 13 abaixo.

POSTO DE TRABALHO 215				
Descrição dos fatores	Descrição dos Sub-Fatores	Item avaliado	Valor do fator	Avaliação
ERGONOMIA	Exigência de força	Peso da peças = 14kg	9	Inaceitável
	Tensão de postura	Inclinação do corpo 75°	9	Inaceitável
		Rotação do troco 15°	6	Condicionalmente aceitável
		Extensão do braço 20°	6	Condicionalmente aceitável
	Tempo de exposição	Cada hora de trabalho 13 min.	6	Condicionalmente aceitável
PRODUTIVIDADE	Tempo de ciclo	Dentro do tempo de ciclo	6	Condicionalmente aceitável
QUALIDADE	Peças com 100% de retrabalho	Excesso de chispas, pontos furados ou de borda	6	Condicionalmente aceitável
SOMA DOS FATORES		Avaliação do postos	21	Posto cond. Aceitável

Quadro 12 - Dados por fatores no posto de trabalho 215.

POSTO DE TRABALHO 209				
Descrição dos fatores	Descrição dos Sub-Fatores	Item avaliado	Valor do fator	Avaliação
ERGONOMIA	Exigência de força	Peso da peças = 2,6kg	6	Condicionalmente aceitável
	Tensão de postura	Inclinação do corpo 75°	9	Inaceitável
		Rotação do troco 25°	6	Condicionalmente aceitável
		Braço acima do tórax 15°	6	Condicionalmente aceitável
	Tempo de exposição	Para cada hora de trabalho, 8,5 min., sendo 58,6 min por jornada de trabalho	3	Aceitável
PRODUTIVIDADE	Tempo de ciclo	Acima do tempo de ciclo	9	Inaceitável
QUALIDADE	Peças com 100% de retrabalho	Excesso de chispas, pontos furados ou de borda	6	Condicionalmente aceitável
SOMA DOS FATORES		Avaliação do postos	24	Posto Inaceitável

Quadro 13 - Dados por fatores nos postos de trabalho 209

3.8.11 DIFICULDADES E PROBLEMAS ENCONTRADOS NOS POSTOS

Operação 215:

- ✓ Aspectos de posturas ergonomicamente incorretas no posto:
- ✓ Inclinação da coluna na montagem peça 1; _Tronco com inclinação 75° conforme foto a baixo;



Foto 5 - Tronco inclinado acima de 75°

- ✓ Inclinação de coluna na pega da peça 2; _Tronco com inclinação 75° como mostra foto a baixo:



Foto 6 - Giro do tronco

- ✓ Giro do tronco e passos para pegar peças nas caixas; Giro tronco 15° ;
- ✓ Braço estendido na pega da peça 3; Membros superiores, braço estendido abaixo do coração, extensão 20°. Colocação do berço do motor no dispositivo, peso da peça de 14kg conforme foto a baixo.



Foto 7 - Braço estendido

- ✓ Giro do corpo para colocação da peça no estoque intermediário; Troco, giro de 40°.

Operação 209:

Inclinação da coluna na pega do dispositivo de soldagem 75° conforme foto a baixo:



Foto 8 - Inclinação de coluna

Inclinação de coluna na retirada da peça 75°;

Rotação do tronco e passos para colocação da peça no suporte 25° como mostra a foto a baixo:



Foto 9 - Giro do tronco

Inclinação e esforço com o cotovelo soldagem de um ponto 15° como mostra a foto a baixo:



Foto 10 - Cotovelo acima do coração

3.8.12 MODIFICAÇÕES DOS POSTOS DE TRABALHO

Ações realizadas para a melhoria da ergonomia nos dois postos estão descritas a seguir:

Operação 215:

Levantar caixa das peças 1 e 2 na altura e incliná-la conforme foto a baixo;



Foto 11 - Reposicionamento das peças no posto

Posicionar suporte da bielinha a sua frente conforme mostra foto a baixo;



Foto 12 - Inclinação das caixas;

Reduzir o tamanho das caixas; Aproximar as caixas com peças; Colocar um sistema de talha para colocação da peça no posto.

Operação 209:

Inclinação do meio de produção; Eliminar uma pinça e utilizar somente uma para todos os pontos como mostra foto abaixo:



Foto 13 - Eliminação de uma pinça

Reduzir o tamanho das caixas e dos carrinhos de peças; Aproximar as caixas com peças; Levantar pega da mascara conforme foto abaixo:



Foto 14 - Reposicionamento da mascara

No quadro abaixo segue a descrição dos fatores e as melhorias realizadas por posto.

FATORES	DESCRIÇÃO DAS MELHORIAS
OPERAÇÃO 215	
Ergonomia	Eliminação da flexão da coluna
	Eliminação da extensão do braço
	Redução no esforço de pega e posicionamento da peça – peso
	Eliminação da torção do corpo para depósito da peça.
Qualidade	Redução no tempo de ciclo de limpeza de farras metálicas da solda
	Redução em pontos estajados, ou seja, farras metálicas da soldagem de 100% de retrabalho nas peças para 87%.
Produtividades	Redução no tempo de ciclo em 12 %, ou seja de 69 seg. para 60,72 seg, aumentando de 360 peças dia para 409 pçs dia.
OPERAÇÃO 209	
Ergonomia	Eliminação da flexão da coluna
	Eliminação de esforço de pega de uma pinça.
	Reposicionamento do cotovelo na altura do coração
	Eliminação da rotação do corpo
Qualidade	Redução no tempo de ciclo de limpeza de farras metálicas da solda
	Redução em pontos estajados, ou seja, com farras metálicas de 100% da peças para 87%
Produtividades	Redução no tempo de ciclo em 10%, ou seja de 76,8 seg. para 69 seg, aumentando de 323 peças dia para 360 pçs dia.

Quadro 14 - Descrição das Melhorias

4.0 RESULTADOS E DISCUSSÕES.

4.1 Resultados dos aspectos ergonômicos após as modificações.

Os resultados encontrados nos 18 postos de trabalho em análises demonstraram uma evolução em 11 postos de trabalho em relação aos 15 modificados, pois haviam quatro postos considerados normais antes das modificações.

Dos 15 postos considerados críticos em esforço e postura, com descrição vermelha no início dos trabalhos, três deles evoluíram para postos sem risco, totalizando 7 postos verdes, sem risco para os trabalhadores em 18 postos da área do berço do motor.

Quanto aos demais postos, em sete deles houve redução acentuada em postura, passando para classificação amarela devido a não redução muito forte em esforço. Somente em três deles conseguiu-se reduzir o esforço ao puxar e manusear as pinças, trocando os trilhos e alterando os tipos de roldanas para um melhor deslocamento das pinças dentro dos trilhos.

No posto 209 manteve-se o esforço devido ao fato de o operador ter que levantar a pinça de soldagem para realizar um ponto a mais com a mesma pinça, devido à supressão de uma segunda pinça de melhor condição. Neste ponto a decisão foi manter o mesmo esforço mantendo-se a avaliação ergonômica em relação ao esforço, ganhando em produtividade devido a eliminação de uma pinça de solda e por consequência reduzindo o tempo de ciclo.

Todos os resultados estão demonstrados no quadro abaixo.

Relação dos postos		Situação Inicial		Situação Proposta		Situação Final	
		Postura	Força	Postura	Força	Postura	Força
1	203	5	4	3	3	3	3
2	204	4	4			3	3
3	205	3	3	3	3	3	3
4	206	3	3	3	3	3	3
5	207	3	3	3	4	3	3
6	208	5	4	3	4	3	4
7	209	5	4	3	3	3	4
8	210	3	3	3	3	3	3
9	211	4	5			3	3
10	212	5	4	4	4	4	4
11	213-1	4	4			3	4
12	214-2	4	4	3	4	3	4
13	214-1	3	4			3	4
14	213-2	4	5	3	4	3	4
15	215	5	5	3	4	3	4
16	217	5	5	3	4	3	4
17	216	5	5	4	4	3	5
18	221	5	5			4	4

Quadro 15 - Avaliação final em ergonomia após as modificações

4.2 Resultados encontrados em produtividades após modificações

Os resultados encontrados em produtividade após as modificações dos postos na busca da melhoria no desempenho ergonômico demonstraram uma redução no tempo total de produção de uma peça que era 1975,45 cmin passando para 1801,4 cmin, ou seja, uma redução de 10,09%.

Isso levou a um aumento na produtividade da linha de soldagem do berço de motor em 7,73%, pois evoluiu de uma produção anterior de 316 peças dia para um volume de 340 peças dia. O posto 213-1 que era o posto gargalo da linha, limitando a produção em um volume máximo de 316 peças dia com um tempo de ciclo máximo de 131 cmin, após as modificações foi transferido para os postos 211 e 212 agora como postos gargalos com tempos máximos de 121,6cmin aumentando a capacidade dia da linha em 340 peças, conforme demonstrado quadro 16 abaixo.

Item	Operação	Tempo (cmin) 07	Qtidade pçs dia
1	203	66	627
2	204	123	337
3	205	81	518
	Cordão		
4	206		
5	207		
6	208	115	360
7	209	115	360
8	210	61,6	672
9	211	121,6	340
10	212	121,6	340
11	213-1	121	342
	Controle 213-1	105	394
12	213-2	111,7	371
13	214-1	110	376
14	214-2	105	394
15	Parafuso	9	4600
	215	101,2	409
16	217 – puncionese		
17	216	110	376
18	221 – Chispa	105	394
	221 – Inspeção	111,7	371
1794,4			

Quadro 16 - Descrição dos tempos de ciclo após as modificações

A partir destes resultados analisou-se a produtividade de duas formas, seja reduzindo a quantidade de homens por horas trabalhadas para se produzir o mesmo volume anterior de 316 peças dias, ou mantendo a mesma quantidade de horas homens trabalhadas, mas entregando um volume superior de 340 peças dias ao cliente conforme demanda do mercado.

4.3 Resultados encontrados em qualidade após modificações

Os resultados encontrados em qualidade após as modificações dos postos de trabalho nos dois indicadores de qualidade “defeitos internos – sucatas” e “defeitos no cliente”, obtiveram uma evolução acentuada.

O indicador de defeitos internos – relacionado diretamente ao testes de arrancamento realizados internamente onde se verifica a qualidade dos pontos de solda e também os possíveis erros nas falhas de execução das operações de soldagem causando sucateamento da peça a ser fabricada – tinha como objetivo a ser alcançado e mantido pela empresa no ano, o valor de 500 ppm (partes por milhão, indicador que possuía uma média de 830 ppm antes das modificações. Este indicador reduziu-se nos primeiros meses para 365 a 445 ppm. Manteve-se em uma media ano de 394ppm, perfazendo uma redução em relação ao ano anterior em 53% e em relação ao objetivo proposto uma redução de 21,2% conforme gráfico 3 abaixo.

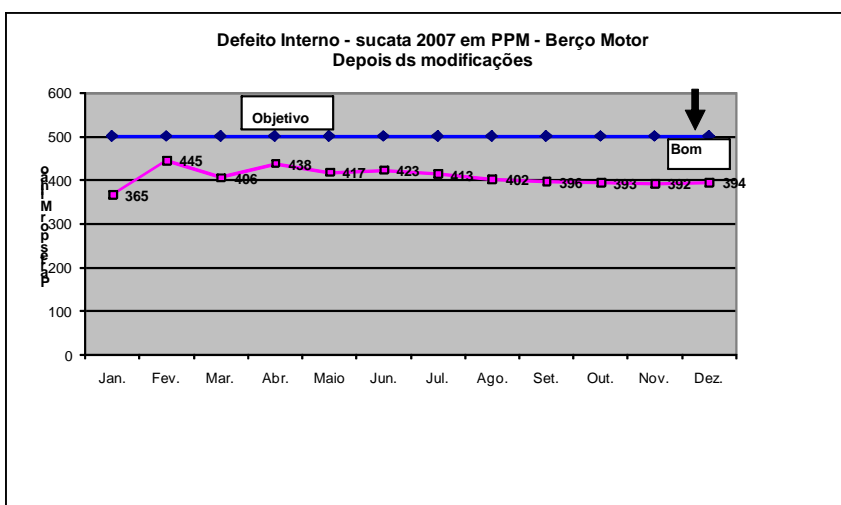


Gráfico 3 - Defeitos de peças internas após as modificações

Para o indicador de defeito no cliente, está demonstrada no gráfico 4 abaixo, onde teve um início de semestre de forma excelente, ou seja, os primeiros seis meses sem defeitos nos clientes. A partir do segundo semestre houve uma elevação no índice de defeitos ultrapassando em 30% o objetivo fixado.

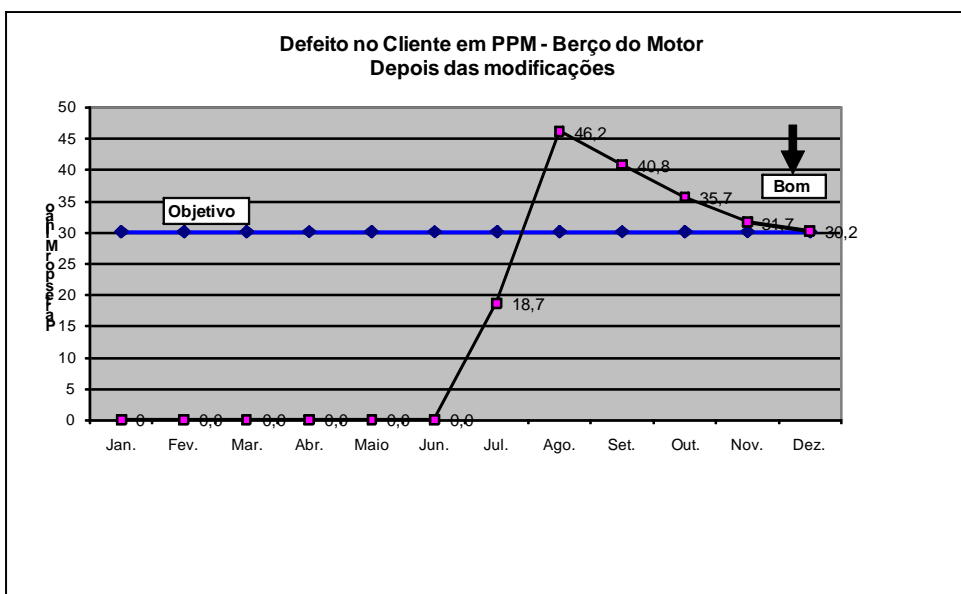


Gráfico 4 - Defeitos de peças no cliente depois das modificações

Este item elevou-se devido a três falhas, a primeira uma furação que por definição de projeto não deveria ser inspecionada, e que a partir desse problema começou a ser inspecionada na sala de medição 3D.

Um segundo problema foram as furações com tolerância fora e sem especificação em desenho e que não possuía controle desta cota, pois não faziam parte do plano de medição.

E um terceiro defeito uma falha operacional, o operador esqueceu de colocar uma peça pequena no berço do motor.

Mesmo com estas ocorrências este indicador manteve-se em uma média anual de 30,2 ppm, ou seja, uma redução em relação ao ano anterior de 46,3%.

Não houve alteração, ou seja, não se modificou o produto para que se atingissem estes resultados, esta redução está assim relacionada à redução dos defeitos por falhas operacionais, redefinição das especificações de projeto ou controles em partes do produto no qual não tinham especificações.

4.4 Resultado da pesquisa após as modificações

A pesquisa após as modificações foi realizada do mesmo modo que antes das modificações, ou seja, foram separados em turmas e explicados a finalidade da pesquisas e seus objetivos, e cada funcionário respondeu de forma individual em sua própria residência e retornou em envelope lacrado, sem identificação, para a compilação dos dados.

4.4.1 COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada após 10 meses da aplicação da primeira pesquisa e 8 meses após as modificações dos postos de trabalho.

Os dois primeiros meses foram os tempos de estudos para planejamento de realização das modificações nos postos de trabalho. As modificações foram planejadas para serem realizadas no final de ano e início do ano seguinte, durante uma paralisação em que a fábrica estaria em férias coletivas.

Os três meses seguintes foram de observação, adaptação e ajustes das modificações realizadas nos processo e os meses seguintes de medição e avaliação dos resultados.

O perfil dos colaboradores alterou-se um pouco conforme demonstrado nas gráfico 5 e 6, pois os colaboradores com idades mais novas eram operadores de contrato temporário e que finalizaram seus contratos, sendo substituídos por novos operadores com idades mais elevadas. Junto com estas novas contratações modificou-se também o nível de escolaridade, sendo que 8 deles não tinham completados o ensino fundamental diminuindo o nível de escolaridade, quanto à utilização das mãos, permaneceu o mesmo nível.

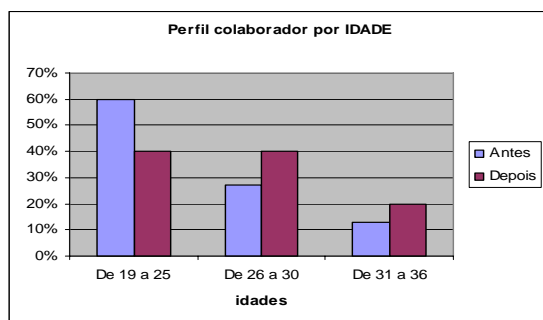


Gráfico 5 – Idade

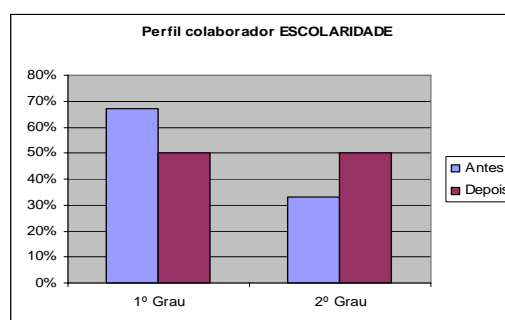


Gráfico 6 - Nível de escolaridade

Quanto a características físicas aumentou em 7% o numero de colaboradores com peso acima de 76kg conforme gráfico 7, sendo que a altura permaneceu a mesma.

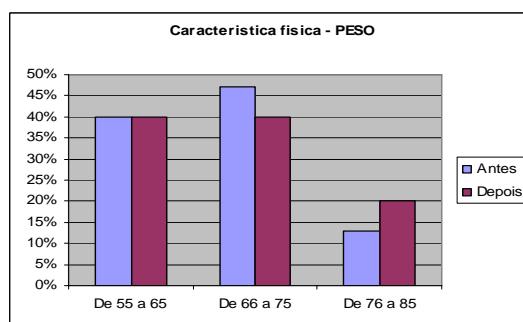


Gráfico 7 - Análise do Peso

Avaliando as diversas regiões onde os colaboradores sentem dores durante a execução das suas atividades foram relatados após as modificações nos diversos postos de trabalhos e comparando os resultados conforme gráfico 8 alterou-se principalmente no punho direito com redução na percepção de dores pelos colaboradores em 49%, região baixa das costas e lombar uma percepção de redução em 32%, ombro direito e na região de pescoço uma redução de 13% . Os demais itens como cotovelo direito e esquerdo, ombro esquerdo, punho esquerdo não tiveram grandes alterações, ou seja, houve uma pequena melhora nas percepção ou mantiveram-se as mesmas, ficando os itens joelhos direito e esquerdo como percepção de um leve aumento tendo o joelho esquerdo um acréscimo de 14%.

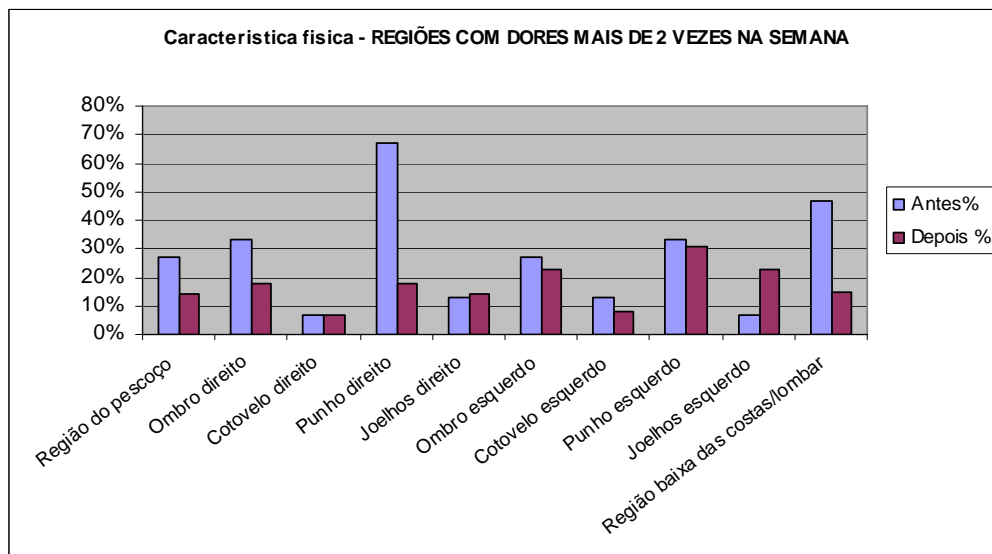


Gráfico 8 - Regiões com dores mais freqüentes

Quanto ao relacionamento interpessoal esta demonstrados nos gráfico 9, no quesito comunicação, na sua maioria, ou seja, 60% consideram normais e 40% consideram muito pouco.

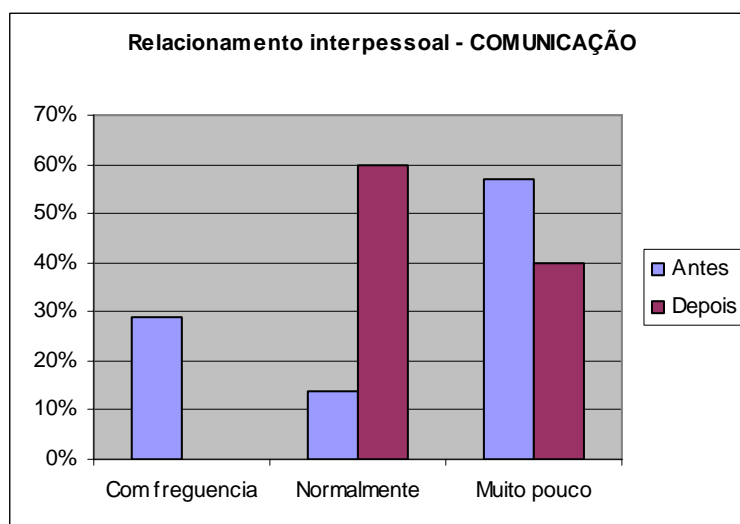


Gráfico 9 - Relacionamento interpessoal - comunicação

A funcionalidade dos postos de trabalho demonstrado no gráfico 10 é percebida para 30% como funcionamento normal e 10% de forma medianamente, mas 40% ainda acham que não funciona de forma freqüente, mas houve uma redução de 12% nesta percepção.

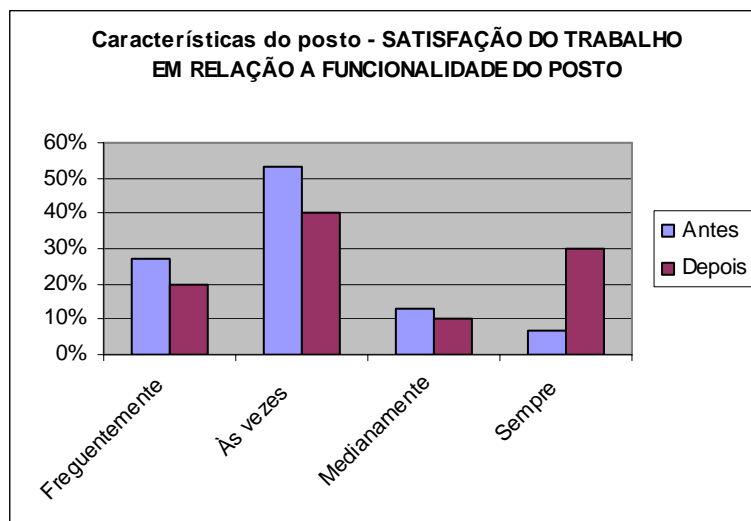


Gráfico 10 - Característica do posto - funcionalidade

A pesquisa demonstrou de forma geral uma evolução nos resultados da percepção dos colaboradores nas modificações ergonômicas realizadas nos postos de trabalho de solda a ponto manual.

4.5 Resultado Modelo do Cubo

4.5.1 RESULTADOS ENCONTRADOS NO MODELO CUBO

Resultados encontrados em cada posto após as modificações conforme quadros abaixo.

Avaliação final OPERAÇÃO 215				
Descrição dos fatores	Descrição dos Sub-Fatores	Item avaliado	Valor do fator	Avaliação
ERGONOMIA	Exigência de força	Eliminação do peso da peças	3	Aceitável
	Tensão de postura	Inclinação do corpo 5º	3	Aceitável
		Rotação do troco 0º	3	Aceitável
		Extensão do braço 5º	3	Aceitável
	Tempo de exposição	Para cada hora de trabalho	3	Aceitável
		3,9 min, sendo 25,9min por jornada de trabalho		
PRODUTIVIDADE	Tempo de ciclo	Abaixo do tempo de ciclo	3	Aceitável
QUALIDADE	Peças com 87% de retrabalho	Diminuição no excesso de chispas e eventuais pontos furados ou de borda	6	Condicionalmente aceitável
SOMA DOS FATORES		Avaliação do postos	12	Posto Aceitável

Quadro 17 - Avaliação final posto 215 no modelo cubo

Avaliação final OPERAÇÃO 209				
Descrição dos fatores	Descrição dos Sub-Fatores	Item avaliado	Valor do fator	Avaliação
ERGONOMIA	Exigência de força	Peso da peças = 2,6kg	6	Condicionalmente aceitável
	Tensão de postura	Inclinação do corpo 5°	3	Aceitável
		Rotação do troco 5°	3	Aceitável
		Braço na altura do coração	3	Aceitável
	Tempo de exposição	Para cada hora de trabalho	3	Aceitável
		5,68 min, sendo 39,2 min por jornada de trabalho		
PRODUTIVIDADE	Tempo de ciclo	No tempo de ciclo	6	Condicionalmente aceitável
QUALIDADE	Peças com 80% de retrabalho	Excesso de chispas e eventuais pontos furados ou de borda	6	Condicionalmente aceitável
SOMA DOS FATORES		Avaliação do postos	18	Condicionalmente Inaceitável

Quadro 18 - Avaliação final posto 209 no modelo cubo

4.5.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DO MODELO CUBO.

Procurou-se avaliar a aplicação do modelo do CUBO na análises dos postos, observando-se a inter-relação entre os fatores ergonômica, produtividade e qualidade, verificando a influencia de uma ação na outra, ou seja, se melhorando a ergonomia, qual a afetação na produtividade e qualidade de forma quantificável e avaliativa, observando a ação dos seus sub-fatores. Observou-se também qual o resultado pratico da ferramenta.

Os resultados apresentados nos quadros 17 e 18 observa-se as ações concretas da melhoria ergonômica dos postos de forma bem específica, focadas única e exclusivamente nas posturas inadequadas e nas condições do posto de trabalho onde evidencia a melhora significativa das posturas e portanto impactando na qualidade dos produtos fabricados nos postos 215 e 209 de solda a ponto, pois melhoraram em 13% e 20% respectivamente nos aspectos de solda retrabalho este executados normalmente nas peças soldadas, demonstrando que as mudanças ergonômicas tiveram impactos sobre o fator qualidade mas não afeta de forma definitiva, ou seja, para a melhoria da qualidade somente a alteração ergonômica não é suficiente.

No caso da produtividade, em ambos postos pode-se observar que este aumentou, devido à diminuição dos tempos de ciclo. Para o posto de solda a ponto 209 tivemos uma diminuição de 10 % no tempo de ciclo, ou seja, de 76,8 seg. para 69 seg., aumentando em 10,3% na produtividade. Passando de 323 peças para 360 peças produzidas por turno de trabalho. No posto de solda a ponto 215 os resultados foram ainda mais signifitavos, com uma diminuição de 12% no tempo do ciclo, baixando de 69 seg. para 60,72 seg., o que produziu um aumento na produtividade de 12%, aumentando a quantidade de peças produzidas por turno de trabalho de 360 para 409 peças dia. Pelo qual se pode dizer que o impacto das mudanças ergonômicas na produtividade foram positivas.

O modelo possibilita detalhar os fatores e sub-fator e sua criticidade, possibilitando as ações de melhorias de forma especifica e localizada.

Também possibilita ponderar os fatores e sub fatores definindo qual fator ou sub-fator deve-se atuar mais especificamente para melhoria do resultado global do posto, pois os resultados demonstram que os dois postos tiveram melhorias significativas passando um posto de inaceitável para condicionalmente aceitável e o

outro de condicionalmente aceitável para aceitável eliminando qualquer possibilidade de colocar os trabalhadores em risco.

4.5.3 CONCLUSÃO DA APLICAÇÃO DO MODELO CUBO

Neste estudo alternamos apenas a variável ergonômica e avaliamos o impacto no sistema produtivo nas variáveis produtividade e qualidade, utilizando o método dos cubos para avaliação.

Por se tratar de postos manuais, onde fisicamente a pessoas é afetada pelo cansaço físico, a sensação de bem estar durante ou no final de uma jornada de trabalho são condições observadas e medidas, pois elas refletem diretamente no aspecto de produtividade, bem como no volume de trabalho em uma jornada e na qualidade.

A utilização do modelo CUBO permite avaliar cada fator demonstrando seu resultado e define a aceitabilidade ou não do posto possibilitando a análise detalhada dos sub-fatores. Permite ao grupo de análise identificar nos postos de forma detalhada o nível de gravidade para cada fator ou sub-fator possibilitando condições de agir de forma orientada para atingir o melhor resultado. Quando as ações executadas não se tornam eficaz na melhoria dos postos sejam elas nos aspectos ergonômicos, produtividade ou qualidade, fica nítido qual o fator e seu sub fator ou fatores implicado neste resultado.

A realização dos experimentos utilizando o modelo CUBO, nos leva a concluir que nos postos manuais de soldagem a ponto existe uma relação direta entre ergonomia, produtividade e a qualidade, sendo a produtividade afetada mais diretamente e de forma aparentemente positiva aja visto os grandes valores obtidos nos postos avaliados e onde foram realizados os experimentos.

Este método nos da a possibilidade de uma análise do posto de forma detalhado e mais que isso, possibilita a inter-relação entre o grupo de análise dos postos, pois mostra onde atuar, deixando para o grupo a definição de como e onde atuar.

4.5.4 OBSERVAÇÃO DOS RESULTADOS

A observação prévia de todas as atividades ou tarefas, identificando-se todos os movimentos e esforços realizados pelos operadores em cada posto de trabalho através da aplicação do método de análise ergonômica, fotos e filmagens, entrevistas através do questionário aplicado a 100% dos operadores foram suportes utilizados para evidenciar os riscos que estavam expostos os funcionários em função das más posturas e esforços evidenciando os problemas relativos aos aspectos ergonômicos dos postos de trabalho.

A população de entrevistados foi da mesma área em análise, com alteração no perfil em função do tempo entre a primeira entrevista antes das modificações dos postos e a segunda após as modificações. A percepção de melhoria nas condições de trabalho é evidenciada.

Os dados coletados com a medição de tempos dos ciclos, análise dos movimentos de pegas, depósito das peças e os deslocamentos, também suportaram as análises da produtividade na atividade.

As análises das peças, resultado do trabalho laboral, os testes executados, relatórios destes testes e análise dos indicadores de medição do nível de qualidade no cliente final foram dados ricos e farto facilitando a análise da situação inicial propiciando a definição das sugestões de melhoria, as ações que seriam mais eficazes e as que os custos seriam realizáveis.

Aplicando-se as modificações definitivas evidenciada no método de análise e a realização das avaliações após as modificações os resultados obtidos demonstraram uma grande evolução nos aspectos ergonômicos, reflexos imediatos na produtividade mais diretamente e na qualidade de uma forma menos impactante, mas com evolução.

Também aplicou-se o modelo do cubo especificamente utilizado para analisar a interrelação entre ergonomia, produtividade e qualidade demonstrando ser uma ferramenta de utilização fácil e pratica permitindo avaliar cada fator, possibilitando a aceitabilidade ou não do posto de trabalho.

Quando as ações executadas não se tornam eficaz para a solução encontrada do problema , fica explicito o fator ou seu sub-fator implicado no resultado, possibilitando o grupo de análise mostrar onde deve atuar e como, pois o modelo assim propicia.

CONCLUSÃO

Fazer o uso dos potenciais benefícios da boa ergonomia nos sistemas de produção poderá residir na competência dos ergonomistas em entender as conseqüências das decisões tomadas durante o desenvolvimento de novos projetos de produtos ou processo ou nas melhorias dos postos de trabalho para o ganho da produtividade e da qualidade.

O método empregado para avaliação dos problemas nos aspectos ergonômicos descreve e pontua de forma específica cada elemento dos movimentos realizados pelos trabalhadores em suas estações de trabalho, possibilita ver e classificar cada movimento executado pelos trabalhadores em seus postos, levando nos a extrair resultados através da utilização e aplicação da ferramenta de análise, possibilitando ao ergonomista realizar análises das diversas condições penalizante, propiciando melhorar os postos para os operadores trazendo evolução nos aspectos ergonômicos, pois o método é de fácil aplicação com delimitações definidas, buscando tirar a subjetividade ao máximo.

Como toda ferramenta de trabalho, traz suas limitações e ponderações, pois o método empregado leva em consideração a antropometria onde as ponderações e julgamentos são levados em consideração para uma melhor avaliação, pois o método é muito preciso nos pontos de observação e emprego da análise.

Os resultados extraídos antes e depois das modificações dos postos demonstraram uma evolução considerável nos aspectos ergonômicos, os tempos de ciclos nos postos de trabalho demonstraram volumes superiores à condição antes das modificações e os itens de qualidade que evoluíram não na mesma condição da produtividade, mas houve uma evolução evidenciada, deixam clara a relação direta que temos entre ergonomia, produtividade e qualidade.

As melhorias dos aspectos ergonômicos dos postos trazem diretamente resultados na produtividade bem como da qualidade, pois os resultados assim demonstram, sendo a produtividade o fator de relação mais afetado diretamente e de forma positiva, pois a cada postura melhorada, cada movimento excessivo eliminado, cada passos ou pegadas desnecessária ao trabalho possibilitam uma condição menos fatigante ao trabalhador, pois trás maior precisão e rapidez nas

ações. Cada movimento fica facilitado possibilitando ao colaborador no final de uma jornada de trabalho estar em melhores condições físicas e durante sua vida profissional possibilita evitar os distúrbios musculoesqueléticos.

Entretanto a qualidade do produto será sempre mais afetada tanto quanto possua uma ligação direta a atividade manual, ou seja, a atividade manual que tenham impacto direto sobre o produto e que dependa da habilidade do operador como no caso das soldagens a ponto, pois somente neste caso a qualidade será afetada pela melhoria dos aspectos ergonômicos, os resultados não serão efetivos devido à concepção do produto ou do processo a que esta o produto submetido.

O experimento deixa claro que sempre que procuramos melhorar a ergonomia dos postos de trabalho a produtividade e a qualidade tendem a melhorar. Em nenhuma modificação reduziu o nível de qualidade ou diminuiu a produtividade.

Em todos os postos de soldagem a ponto manual em que houve a melhoria das condições ergonômica, houve também a melhoria da produtividade e qualidade.

Não houve melhorias proporcionais mais todas tiveram evoluções medidas e demonstradas.

Nesta avaliação também procurou-se analisar a relação direta entre os três fatores ergonômica, produtividade e qualidade onde aplicou-se o MODELO do CUBO para observamos a inter-relação entre os fatores e verificarmos a influencia de uma ação na outra, ou seja, se melhorando a ergonomia e o impacto na produtividade e qualidade de forma quantificavel e avaliativa, observando a ação dos elementos que compõem o sistema. Procurou-se também observar qual o resultado pratica do modelo do cubo.

Este modelo permite avaliar cada fator demonstrando seu resultado e define a aceitabilidade ou não do posto possibilitando a análise detalhada dos sub-fatores.

Permite ao grupo de análise dos postos identificar de forma detalhada o nível de gravidade para cada fator ou sub-fator possibilitando condições de agir de forma orientada para atingir o melhor resultado. Quando as ações executadas não se tornam eficaz do ponto de vista de melhoria dos postos sejam elas nos problemas ergonômicos, produtividade ou qualidade, fica nítido qual o fator e seu sub fator ou fatores implicado neste resultado.

A realização dos experimentos utilizando o modelo CUBO, nos leva a concluir que nos postos manuais de soldagem a ponto existe uma relação direta entre os aspectos ergonômicos, produtividade e a qualidade, sendo a produtividade

afetada mais diretamente e de forma positiva aja visto os grandes valores obtidos nos postos avaliados e onde foram realizados os experimentos.

O trabalho nos demonstrou uma visão clara que os itens ergonomia, produtividade e qualidade realmente têm que ser tratado de forma e única nas organizações durante a fase de projeto ou nas melhorias dos postos já existentes, pois o ganho será efetivo tanto do ponto de vista de melhorias nas condições de trabalho para os funcionários e, portanto menor custos gasto pela organização com saúde, bem como os ganhos com a produtividade e a qualidade, ou seja, um ganho efetivo para a organização devido o menor custo de produção e um cliente mais satisfeito em função do melhor nível de qualidade.

Deixando aqui uma possibilidade de aprofundamento e análise dos micros movimentos realizados pelos operadores nos seus processos manuais, pois acreditamos ter ai um possível ganho em produtividade e qualidade e porque não dizer na ergonomia.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, A. L. M. **Indicadores de qualidade e produtividade como instrumento de apoio à decisão no processo de expedição de veículos**. Revista Produção. BEPRO, v.7, nº2, Belo Horizonte, MG. nov,1997.
- AXELSSON, J. **Quality and Ergonomics : Towards successful integration**. [S.l; s.n] 2000.
- BANKS, J. **Principles of quality control**, New York,EUA.S.l.;[s.n]1989.
- BERNARD, Bruce P. **Musculoskeletal disorders and workplace factors : a critical review of epidemiologic evidence for work-related musculoskeletal disorders of the neck, upper extremity, and low back**. Cincinnati,EUA. [s.n] Jul. 1997.
- BELL, D.; McBRIGE, P. e WILSON, G. **Managing quality**. Butterworth-Hainemann, Oxford,EUA. .(S.l.;s.n) 1994.
- BECKMAN,K. **Elementos do sistemas de produção que influenciam a produtividade e a ergonomia**. Volvo corporation standard [S.l; s.n] 2003.
- BONELLI, R.; FONSECA R. **Ganhos de produtividade e de eficiência: novos resultados para a economia brasileira**, [S.l; s.n] 1998.
- BORGES, L. A. J; e NETO, F.J.K. **Gestão estratégica da produtividade e da qualidade**. 17º ENAMPAD. Salvador. BA, 1993.
- BOURGEOIS, F. et al. **Troubles musculosquelettiques et travail : Quand la santé interroge l'organisation**. [s.n]. Paris, França Nov. 2000.
- BRAGA JUNIOR A. E.; SELL I. **Classificação das ferramentas para o auxílio no projeto ergonômico de produtos**. [s.n]. Florianópolis,SC. 2001.
- BROCKA, B; BROCKA M. S. **Gerenciamento da qualidade**, editora MAKRON Books do Brasil Ltda, São Paulo, SP. 1994.
- BUCKLER, P.W.;DEVEREUX, J.J. **The nature of work-related neck and upper limb musculoskeletal disorders appl. Ergonom**. [S.l; s.n]. 2002.
- CALMON, J. **Portuários com paletó e joystick**. Revista Veja. São Paulo,SP. 2001.
- CAMPOS, V. F. Ph. D. **TQC – Controle da qualidade total (no estilo Japones)** 8º Ed. Tecnologia e Serviço LTDA. Nova Lima – MG. 2004
- CAMPOS, V. F. Ph. D. **Gerenciamento da qualidade total** Ed. Bloch do Brasil Rio de Janeiro,RJ. 1990.

CAMPOS, V. F.Ph. D. **T.Q.C. Gerenciamento da rotina**. Ed. Bloch do Brasil
Rio de Janeiro, RJ.1992.

CANCELLI, A. F.; PEREIRA, L. F. **Produtividade**: um fator de sobrevivência. 16º.
ENESEP. (S.I) Piracicaba.SP. 1996.

CARAVANTES, G. **Administração e qualidade**. [S.I; s.n]. 1997.

CARIDADE, J. C. **Logística e serviços virtuais**. [S.I; s.n]. 2000.

CARDOSO W. K. **Metodologia para medição e análise da produtividade a partir do valor**. Tese de mestrado, Florianopolis,SC. 2001

CASSIDY, J. **O computador torna você mais produtivo?** Revista Exame .São Paulo, SP. 2001.

LIANG-HSUAN C.; SHU-YI L. **Measuring performance via production management** : a pattern analysis. [S.I] 1984.

CHIAVENATO, I. **Os novos Paradigmas**. Atlas, São Paulo,SP. 1996.

CHIAVENATO, I. **Administração nos novos tempos**. Ed. Makron Books. São Paulo, SP. 1999.

CHEREN, A. J.; FERNANDES F. C. **Body damage and impairment measure**: Dano corporal e mensuração da incapacidade. [s.n]. Belo Horizonte,MG. 2005.

CONTADOR, J. C. **Produtividade fabril III - Método para rápido aumento da produtividade fabril**: redução de tempos inativos e do tempo de espera do material em processo. *Revista Gestão & Produção*. São Carlos,SC 1995.

COUTO, H. de A. **Ergonomia aplicada ao trabalho**: Manual técnico da máquina humana. [s.n] São Paulo,SP. 1996.

CROSBY, P. B.; **Qualidade**:falando sério.[s.n]. São Paulo, SP.1990.

CUSUMANO, M. A. **Manufacturing innovation** : lessons from Japanese auto industry, Sloan management review. [S.I] .1988.

DAVENPORT, T. H. **Ecologia da informação**: por que só a tecnologia não basta para o sucesso na era da informação.Ed. Futura. São Paulo, SP.1998.

DRURY, C. et al; **A field methodology for the control of musculoskeletal injuries**. **State University of New York at Buffalo**, Department of Industrial Engineering, Buffalo, USA, New York.2000.

DUL, J. e WEERDMEESTER, B.; **Ergonomics for beginners**: A quick reference guide. [S.I]. 2001.

ELORANTA, E. ; HOLMSTRÖM, J. **Productivity reconsidered: Critical assessment of investments.** International journal of production economics. Elsevier, Finland.1998.

EKLUND, J.; **Development work for quality and ergonomics.** Centre for Studies of Humans, Technology and Organisation, Linköping University, Sweden. 2000.

FEIGENBAUM, A. V.; **Controle da qualidade total: Estratégias para o gerenciamento e qualidade.** [s.n] São Paulo. SP. 1994.

SILVA FILHO, J. L. F. da.; **Gestão Participativa e Produtividade.** (Tese de Doutorado).UFSC Florianópolis.SC. 1995.

FLEURY, M. T. L.; **Cultura da Qualidade e Mudança Organizacional.** Revista de administração de Empresas. FGV. São Paulo.SP 1993.

FRANCISCHINI, P. G.; **Necessidades de aplicação de ferramentas de melhoria de Produtividade em micro e pequenas empresas.** ENEGEP. Gramado.RS. 1997.

FERREIRA P. C.; ROSSI JUNIOR J. L.; **Evolução da produtividade industrial brasileira e a abertura comercial,** IPIE - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Rio de Janeiro. RJ. 1999.

FOSSATI M.; – **apresentação e avaliação de uma metodologia para implantação d sistemas de gestão da qualidade em pequenas empresas de projetos para a construção civil.** UFSC - Programa de pós-graduação em engenharia de produção, Florianópolis, SC – 2004

GIL, A. C.; **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** [s.n] São Paulo.SP.1994.

GUNN, T. G.; **As indústrias do século 21.** [s.n] São Paulo.SP. 1993.

HENDRICK W H.; **Determining the cost–benefits of ergonomics projects and factors that lead to their success.** Ed. Greenwood Village, USA,2003.

IIDA I.; **Ergonomia projeto e produção.** Revistas e ampliada. Ed. Edgar Blücher Ltda.2^{da} ed. São Paulo. SP. 2005.

IEA– International Ergonomics Association. **Conceito ergonomia .Disponível** <<http://www.iea.cc>> ;UEA, 2000. acesso em 25 jul 2008.

JOINER, B. L.; **As metas gerenciais – gerência de quarta geração.** [s.n] São Paulo.SP. 1995.

KERR, M. et al; **Biomechanical and psychosocial risk factors for low back pain at work.** Institute for Work and Health, Department of Public Health Sciences, University of Toronto, Ontario, Canada.2001.

LACOMBE, F. e HEILBORN, G.; **Administração: princípios e tendências.** [s.n] São Paulo. SP.2004.

LIN, A. et al; **The immune-inflammatory pathophysiology of fibromyalgia:** increased serum soluble gp130, the common signal transducer protein of various neurotrophic cytokines. University Department of Psychiatry, Clinical Research Center for Mental Health. Lange Beeldekensstraat, Belgian. 2001.

LARING J.; **O projeto ergonômico dos locais de trabalho**, Chalmers University Technology, Goteborg, Norway. 2004.

MAGALHÃES, J. M. **Produtividade: aspecto patronal**, Inst. de Ciências Sociais, Rio de Janeiro.RJ. 1962.

MALUCHE, M. A.; **Modelo de controle de gestão para a pequena empresa como garantia da qualidade**. UFSC, Florianópolis.SC. 2000.

MARCONI, de A.; LAKATOS, E. M.; **Técnicas de pesquisa**. Ed. Atlas 5ª ed. São Paulo.SP.1999.

MAIA, V.; (a) **Sem brincadeiras**. Revista Pequenas Empresas Grandes Negócios : Globo, ano XII, nº.142, p.73. São Paulo.SP Nov 2000.

MAIA, V.; (b) **Para acelerar as vendas**. Revista Pequenas Empresas Grandes Negócios - Globo, ano XII, nº.142, p.74-75, São Paulo.SP Nov 2000.

MARTINS, P. G. ; LAUGENI, F. P.; **Administração da produção**. Ed. Saraiva.São Paulo.SP. 1998.

MARILYN R. P.; PHILLIP C. W.; **Ergonomics is good for Busines**, Work Study, University Press, [S.I] Dec. 1994.

MARSOT J.; **QFD: a methodological tool for integration of ergonomics** Working Equipment Engineering Department, French National Research and Safety Institute (INRS), Vandoeuvre les Nancy. France. December 2004.

MIRSHAWKA, V.; BAEZ, V. E.; **Produmetria: a vez do Brasil**.: Ed. McGraw-Hill, São Paulo.SP.1993.

MONACO, F. F.; GUIMARÃES, V. N.; **Gestão da qualidade total e qualidade de vida no trabalho** Revista de Administração Contemporânea v.4, nº.3, p.71, . Curitiba. PR. Dez. 2000

MELLO; E. R. da C.; BARROS C.; D'Artagnan C.; **Cartilha da qualidade e produtividade**, <http://www.active.com.br>. 1997. acesso em out 2007.

MOORI, R. G.; BRUNSTEIN, I.; **Uma proposta de procedimento para avaliação da produtividade na administração de materiais**. Revista Gestão & Produção. v.2, nº.2, p. 152-161, São Paulo.SP.1995.

MOREIRA, D.; **Administração da produção e operações**. Ed. Cengage Learning. São Paulo. SP. 2002.

MORGAN, G.; **Imagens da organização**. Ed. Atlas. São Paulo.SP. 1996

MÉTODO RENAULT SERVIÇO 00814, versão 3.; **Método de análise Ergonômica Renault**. Paris 2004.

BARROS NETO, J. P. B.; OLIVEIRA, L. F.M.; **Análise estratégica da função produção**. VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC-98). Florianópolis.SC, abr. 1998.

NEVILLE, A. S.; MARK S. Y.; **A guide to methodology in ergonomic** Designing for human use. Department of Design. Evergreen House, Euston Road, London. England . 2005.

NORMATISATION RENAULT AUTOMOBILE DMI - **Descrição do teste de qualidade utilizado para avaliação do nível de qualidade de solda do processo (teste destrutivo)**. França. Paris. abr.1994.

NORMA EUROPÉIA EB75.04.130 : **Machines et installations industrielles. Sécurité. Conditions de travail**. Spécifications techniques. diffusion septembre 2000.

NORMA EUROPÉIA EB75.81.325 : **Machines et installations industrielles. Sécurité Conditions de travail. Acoustique. Spécifications techniques**". diffusion septembre 2000.

NORMA EUROPÉIA E03.15.600.N : **Sécurité des machines**. Equipement électriques des machines. Règles générales. Sélection et complément de CEI 60204-1. diffusion septembre 2000.

Brasil Ministério da Saúde Normas e Manuais Técnicas nº 103 - **Lesões por esforço repetitivo (LER) e Distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (DORT)**, <<http://www.bvsmms.saude.gov.br>> Brasília, fev.2001. acesso em 25 jul 2008.

NEUMANN P. W; et all.; **Production system design elements influencing productivity and ergonomics** - International Journals of operation e production manegement – nº8 — Emerald Group Publishing Limited. [S.I]. 2006.

NEUMANN, P. et al; **The effects of job rotation on the risk of reporting low back pain**. Department of Kinesiology Faculty of Applied Health Sciences, University of Waterloo, Waterloo, Ontario, Canada. National Institute for Working Life-West, Göthenborg, Sweden.Jul. 2004.

OLIVEIRA, R. M.; MAÇADA, A. C. G.; **Fatores que afetam os investimentos em tecnologia de informação**. O caso de um Terminal de “Containers”. XX ENEGEP. : Escola Polita da Univ. de São Paulo. SP. 2000.

OLIVEIRA, M.; **Um método para obtenção de indicadores visando a tomada de decisão na etapa de concepção do processo construtivo**: a percepção dos principais intervenientes. Tese de doutorado. UFRGS. Porto Alegre. 1999.

OMACHONU; V. K. S.; **The relationship between quality and quality cost for a manufacturing company**, College of Engineering, University of Miami. Florida. USA.2003.

Organização Mundial de Saude; **International classification of functioning and disability**. Genebra, Suíça.1999.

OUCHI, W.; **Teoria Z**. Como as empresas podem enfrentar o desafio japonês. Fundo Educativo Brasileiro. São Paulo. SP. 1982.

PERROW, C.; **The Organizational Context of Human Factors Engineering**. Administrative Science Quarterly, Vol. 28, No. 4. Califórnia. USA. Dec. 1983.

PFEIFER, I.; **Hora de competir**. Revista Pequenas Empresas Grandes Negócios - São Paulo.SP. set. 1990..

PINHEIRO, A. C.; ALMEIDA, G.; **Padrões setoriais da proteção na economia brasileira**. IPEA, Rio de Janeiro.RJ. 1994.

QUINN, J. B.; **Empresas muito mais inteligentes**. Ed. Makron Books. São Paulo. SP.1996.

QUEIROZ, E. K. R.; **Qualidade segundo Garvin**, Ed. Annablume. São Paulo. SP. 1995

REPÚBLICA. **Quando a injustiça social atrapalha o capitalismo**. Revista República, nº.54, ano 5, São Paulo. SP. ab.2001.

ROMANO, F. V. ; NOVAES, S. G.; **Estudo da produtividade na execução de instalações elétricas**. USP - XX ENEGEP. São Paulo. SP. 2000.

ROEBUCK Jr, J. A.; **Anthropometric Methods** : Designing to fit the Human body, Santa Monica California. USA. 1995.

ROMER, P.; **Endogenous technological change**. Political economy Chicago Journals. USA. oct. 1990.

RODRIGUES, I. P.; ORNELLAS, E.; **Influencia da tecnologia na estrutura organizacional e eficácia das empresas**. Revistas de administração. Rio de Janeiro.RJ. 1987.

RENAULT, **Méthode d'analyse Ergonomique par les activités répétitives, guide d'utilisation**. Version 3. França. Paris, 2001

RIBEIRO, E. P.; Porto Junior S.; **Dinâmica espacial da renda per capita e crescimento entre os municípios da região nordeste do Brasil – Uma análise Markoviana – Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza Ceara, 2003.

RINALDI R.; **Proposta de indicadores de produtividade** : o caso terminal de containners Pesquisadora do Núcleo de Estudos em Gestão de Operações Portuárias. Acadêmica do Curso de Administração da Fundação Universidade Federal do Rio Grande. RS. 2001.

SANTOS, N; et all.; **Antropotecnologia** – A ergonomia dos Sistemas de Produção, Curitiba. PR. 1997.

SANTOS, C. A; PEREIRA, A. R.; **Estresse biomecânico relacionado á atividade física laboral**. IELUSC – Joinville. SC. ago. 2007.

SILVA, D. B.; SILVA, L B.; SOARES, F. M.; **Análise de desempenho do teste de destreza digital aplicado aos digitadores do setor Bancário**. XX ENEGEP. : USP. São Paulo. SP. 2000.

SILVA, H.B.; ZOTES, L. P.; **Administração da produção**. 16º ENEGEP. Piracicaba. SP. 1996.

SLACK, N.; **Administração da produção**. Ed. Atlas. São Paulo. SP. 1997

SOARES, C.; **Overdose de investimentos**. Revista Global, Rio de Janeiro. RJ. set. 2000.

SOLOW, R.; **A contribution to the theory of economic growth**. Journal of economics, New York. USA. 1956.

SHEWART A. W.; **Economic control of quality manufacture product**, Ed. American Society for Qualit . USA. 1931.

TEIXEIRA, F. L.C. O; **paradoxo de Solow e o debate sobre tecnologia e produtividade no Brasil** .ENAMPAD, Foz do Iguaçu. PR. 1997.

THE ECONOMIST. **Um arrocho no milagre da produtividade**. Revista Valor. The Economist,2001

UPDATE. **Tempos Muito Modernos**. Revista da Câmara Americana de Comércio de São Paulo. SP. abr. 2001.

VALENTE , S. V da.; CASTRO R. de C.; **Manual de tempos e métodos** Editora Hemus LTDA . , [S.l; 19--]

VERDUSSEN R.; **Ergonomia a racionalização humanizada do trabalho**. Ed. Livros Técnicos e Científicos. Rio de Janeiro. RJ. 1978.

VEDDER J., LAURIG W.; **Enciclopédia de salud y seguridad en el trabajo**. Madrid. Espanha. 1998.

WATANABE, S.; **O modelo japonês**: sua evolução e transferibilidade. Revista de Administração. RAUSP. v.31, n.3, p, 5-18, São Paulo. SP. set 1996.

WAINER, E.; S. D. BRANDI, MELLO F. D. H.; - **Soldagem** – Processos e Metalurgia, American Welding Society, 8ª Edition, Vol. 1 e 2 , Cambridge University .London. England 1992.

WOMACK, J. P.; JONES, D.T.; ROOS, D.; **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro. RJ. 1992.

YIN, R.; **Case study**: design and methods. Applied Social Research Methods Series; V.5. London. England. 1994.

YU, C.C.; **Measurement and analysis for business productivity**, China Productivity Center, Taipei, 1984.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – Instrumento de pesquisa de análise cognitiva aplica aos funcionários para extrair suas impressões antes e de pois das modificações.

INSTRUMENTO DE PESQUISA COGNITIVA

ERGONOMIA, SAÚDE E SEGURANÇA NO TRABALHO

(Favor responder de maneira mais espontânea e sincera possível)

QUESTÕES GERAIS

- 1.Data:_____
2. Sexo: () Masculino () Feminino
3. Idade:_____
4. Setor:_____Turno_()__
5. Tempo de empresa: _____
6. Altura:_____ 7. Peso:_____
8. Mão dominante: () Destro () Canhoto
9. Escolaridade: () 1ºGrau completo () 2ºGrau completo () Superior
() Pós-graduação
- 10.Faz algum curso de formação? () não () sim
Qual?_____
- 11.Tem outra atividade/local de
trabalho?Qual?_____
12. Qual sua postura preferida para dormir: () de lado () barriga para cima
() barriga para baixo
13. Qualidade do sono: () Ruim () Boa (+ 6h/dia, se trabalho de dia / +
7:30h/dia, se trabalho à noite)
14. Faz Ginástica Laboral? () não () sim.

Com que frequência? () 1x sem () 2xsem () 3 ou + x sem 15. Faz rodízio de atividade durante seu trabalho? Com que frequência?

16. Pratica alguma atividade física? () 1 ou 2 x semana () 3 x semana ou mais () Não pratica

AMBIENTE FÍSICO DE TRABALHO

17. O ambiente térmico é?

	Verão	Inverno
Muito agradável	()	()
Agradável	()	()
Indiferente	()	()
Desagradável	()	()
Muito desagradável	()	()

18. O ambiente sonoro é:

Muito agradável	()
Agradável	()
Indiferente	()
Desagradável	()
Muito desagradável	()

19. As condições de iluminação do posto são::

Muito agradável	()
Agradável	()
Indiferente	()
Desagradável	()
Muito desagradável	()

20. Você está exposto a vibrações ou choques?

Nenhuma	()
Fraca	()
Média	()
Forte	()
Muito Fortes	()

21. Você está exposto a produtos tóxicos ou poluentes?

- Não ()
 Às Vezes ()
 Medianamente ()
 Frequentemente ()
 Sempre ()

22. Você dispõe de equipamentos de proteção individual?

- Não ()
 Sim ()

23. Você utiliza regularmente estes equipamentos?

- Não ()
 Sim ()

24. No tocante a limpeza e estética do local, o que você acha da situação atual?

- Muito agradável ()
 Agradável ()
 Indiferente ()
 Desagradável ()
 Muito desagradável ()

25. O posto/setor de trabalho, atende as suas necessidades no sentido de funcionalidade?

- Não ()
 Às Vezes ()
 Medianamente ()
 Frequentemente ()
 Sempre ()

CARGA FÍSICA**26. Durante seu trabalho, você seguidamente está em posição?**

- | | |
|---------------------|---------------------------------|
| Sentada () | E isto é: muito confortável () |
| Em pé () | confortável () |
| Em pé inclinado () | indiferente () |
| Em pé torto () | desconfortável () |
| Outra () | muito desconfortável () |

27. Qual é a postura mais cansativa/penosa que você adota para trabalhar?

Sentada	()	E isto é: muito confortável	()
Em pé	()	confortável	()
Em pé inclinado	()	indiferente	()
Em pé torto	()	desconfortável	()
Outra	()	muito desconfortável	()

28. Seu trabalho é em média?

Leve	()
Talvez leve	()
Mais ou menos leve	()
Talvez pesado	()
Pesado	()

29. Você tem que executar esforços de empurrar, levantar, puxar?

Nunca	()	E isto é: muito agradável	()
Um pouco	()	agradável	()
De vez em quando	()	indiferente	()
Com frequência	()	desagradável	()
Continuamente	()	muito desagradável	()

30. Como é seu trabalho sob o ponto de vista físico?

Repousante	()	E isto é: muito agradável	()
Um pouco fatigante	()	agradável	()
Medianamente fatigante	()	indiferente	()
Fatigante	()	desagradável	()
Extremamente fatigante	()	muito desagradável	()

31. Você sente com frequência (mais de 2x/semana) quais tipos de dores?

Na região do pescoço	()
Nos ombros	() Direito () Esquerdo
Nos cotovelos	() Direito () Esquerdo
Nos punhos	() Direito () Esquerdo
Nos Joelhos	() Direito () Esquerdo
Na região baixa das costas/lombar	() Direito () Esquerdo () Sem resposta

Não tenho dores freqüentes ()

Obs; A diferença é porque foi dado mais que uma resposta.

EXIGÊNCIA MENTAL

32. A quantidade de decisões que você deve tomar é?

Muito pequena	()	E isto é: muito agradável	()
Pequena	()	agradável	()
Média	()	indiferente	()
Elevada	()	desagradável	()
Muito elevada	()	muito desagradável	()

33. As decisões a tomar são:

Muito fáceis	()	E isto é: muito agradável	()
Fáceis	()	agradável	()
Médias	()	indiferente	()
Díficeis	()	desagradáveis	()
Muito díficeis	()	muito desagradáveis	()

34. Você deve ficar atento?

E isto é?

Continuamente	()	muito agradável	()
Seguidamente	()	agradável	()
Medianamente	()	indiferente	()
Um pouco	()	desagradáveis	()
Não é necessário	()	muito desagradáveis	()

AUTONOMIA

35. De que maneira você sozinho(a) pode organizar seu trabalho?

Totalmente	()	Como quiser	()
Bastante	()	Muito bem	()
Medianamente	()	Facilmente	()
Um pouco	()	Muito pouco	()
Não pode	()	Não pode	()

36. Você pode abandonar seu posto de trabalho quando quiser, sem perturbar a sua produção?

Totalmente	()	Como quiser	()
Bastante	()	Muito bem	()
Medianamente	()	Facilmente	()
Um pouco	()	Muito pouco	()
Não pode	()	Não pode	()

37. O grupo (sua equipe) pode se organizar por si mesmo?

Totalmente	()
Bastante	()
Medianamente	()
Um pouco	()
Não pode	()

RELAÇÕES

38. Você pode falar de outras coisas durante o trabalho a não ser o trabalho do posto/setor?

Muito facilmente	()
Facilmente	()
Normalmente	()
Difícilmente	()
Muito dificilmente	()

39. Você necessita comunicar-se com outras pessoas durante a execução do seu trabalho?

Com freqüência	()
Bastante	()
Normalmente	()
Muito pouco	()
De maneira nenhuma	()

REPETITIVIDADE

40. Você acha seu trabalho?

Muito variado ()
 Variado ()
 Normal ()
 Pouco variado ()
 Nada variado ()

41. Suas responsabilidades no posto de

Muito grandes ()
 Grandes ()
 Médias ()
 Pequenas ()
 Nulas ()

42. As possibilidades de erro são?

Nulas ()
 Pequenas ()
 Médias ()
 Grandes ()
 Muito grandes ()

43. Você acha seu trabalho?

Apaixonante ()
 Interessante ()
 Médio ()
 Pouco interessante ()
 Desinteressante ()

44. Você escolhe por vontade própria a maneira de efetuar seu trabalho?

Sempre ()
 Seguidamente ()
 Às vezes ()
 Raramente ()
 Jamais ()

Verifique se você não esqueceu de responder alguma questão. Todas são importantes.

Obrigado por colaborar com o Estudo Ergonômico do Trabalho da empresa "AUTO CHASSIS"

FOTOS

FOTOS ANTES DAS MODIFICAÇÕES



Foto 15 - Operação 217

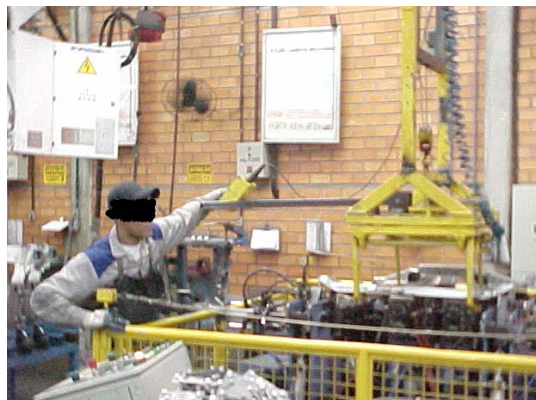


Foto 16 - Operação 217

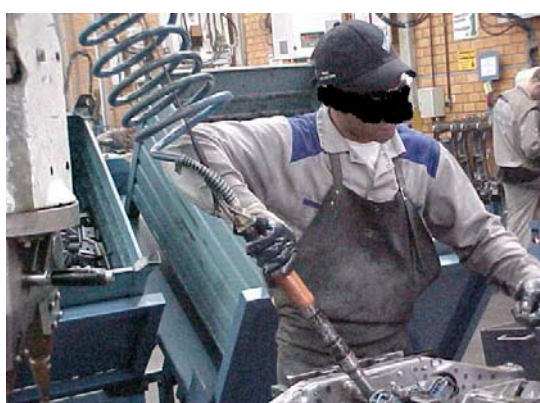


Foto 17 - Operação 215



Foto 18 - Operação 221



Foto 19 - Operação 213-2



Foto 20 - Operação 214-1



Foto 21 - Operação 214-2



Foto 22 - Operação 216



Foto 23 - Operação 213-1

FOTOS APÓS AS MODIFICAÇÕES



Foto 24 - Operação 209



Foto 25 - Operação 214-2



Foto 26 - Operação 217



Foto 27 - Operação - 215